ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 30 MARS 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Maurice Hamy*, pour remplir, dans la Section d'Astronomie, la place laissée vacante par le décès de M. *J. Janssen*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Maurice Hamy** prend place parmi ses Confrères.

HYDRODYNAMIQUE. — *Propriétés diverses des courbes exprimant, soit par leur enveloppe, soit directement, les coefficients de débit m d'un déversoir vertical en mince paroi, sans contraction latérale et à nappe noyée en dessous, en fonction de la pression relative* N′ *exercée sous ces nappes au niveau du seuil.* Note de M. **J. Boussinesq**.

I. J'ai montré, dans le *Compte rendu* de la précédente séance (p. 607), comment le coefficient m de débit d'un déversoir vertical à nappe noyée en dessous se déduit, pour N′ donné entre $-\infty$ et 0,8, ou pour les nappes *plongeantes*, de l'équation

$$(1) \qquad m = \frac{k \log k}{2(k^2-1)}\left[(2+k) - k^2\left(2+k-\frac{k^2}{2}\right)(1-\mathrm{N}')\right]\sqrt{1-\mathrm{N}'},$$

par l'élimination de k au moyen de la relation $\frac{dm}{dk} = 0$, et comment, pour les autres valeurs de N' (comprises entre 0,8 et 1) ou pour les nappes *ondulées*, il y a lieu de faire constamment $k = 1$ dans la même équation (1). En d'autres termes, le coefficient m de débit est représenté, dans le cas des nappes plongeantes, par l'enveloppe de la famille de courbes (1), où m serait l'ordonnée, N' l'abscisse et k le paramètre, variable de zéro à 1, tandis que, de $N' = 0{,}8$ à $N' = 1$, c'est-à-dire dans le cas des nappes *ondulées*, l'enveloppe de la famille se trouve continuée par la dernière enveloppée considérée ou correspondant à $k = 1$. Il y a donc quelque intérêt à étudier cette famille de lignes, dont chacune fournit, de $k = 0$ à $k = 1$, un élément à la courbe représentant les coefficients de débit, et dont la dernière donne même, à elle seule, un arc notable de cette courbe, savoir sa partie finale.

II. L'équation (1) a la forme

$$m = (a + bN')\sqrt{1 - N'}, \tag{2}$$

dans laquelle se trouve compris le coefficient de débit du déversoir théorique (à seuil épais et évasé) de Belanger. En effet, sur celui-ci, où les filets fluides sont supposés rectilignes et parallèles, et où la contraction inférieure c est nulle, on a, si h est la hauteur de charge, h' la hauteur de la section contractée et p la pression $N'\rho gh$ sur le seuil,

$$p = \rho gh' = N'\rho gh; \qquad \text{d'où} \qquad N' = \frac{h'}{h}.$$

D'autre part, le débit $mh\sqrt{2gh}$ y est, comme on sait, $h'\sqrt{2g(h - h')}$, avec h' décroissant (suivant le niveau d'aval) depuis h jusqu'à la limite, $\frac{2}{3}h$, qui rend le débit maximum.

Donc il vient alors

$$m = N'\sqrt{1 - N'}. \tag{3}$$

III. Or, la forme (2) montre que toutes les courbes de la famille (ou enveloppées) se terminent, du côté des N' positifs et quant à leurs ordonnées m positives, au point ($N' = 1$, $m = 0$) où elles coupent perpendiculairement l'axe des abscisses N'. L'une d'elles se réduit à une parabole ayant cet axe comme axe de symétrie : la valeur de k y est celle qui, excédant zéro, annule le coefficient de $1 - N'$ dans l'expression entre crochets de (1) : elle

égale $1+\sqrt{5}$. Mais cette valeur se trouve, comme on voit, bien au delà de toutes celles qu'il y a lieu de considérer dans la question physique.

L'ordonnée m maximum de chaque enveloppée se produit pour l'abscisse N' donnant $\frac{dm}{dN'}=0$. On obtient, pour ce point d'ordonnée maxima,

$$1-N'=\frac{2+k}{3(2k^2+k^3-\frac{1}{2}k^4)},\qquad m=\frac{k(2+k)\log k}{3\sqrt{3}(k^2-1)}\sqrt{\frac{2+k}{2k^2+k^3-\frac{1}{2}k^4}}.$$

Par exemple,

$$(\text{pour } k=1)\qquad N'=\frac{3}{5}\quad\text{et}\quad m=\frac{1}{\sqrt{10}}=0{,}31623.$$

Cette ordonnée m maximum de chaque enveloppée est, d'ailleurs, plus petite que l'ordonnée m de l'enveloppe correspondant à la même abscisse N'; car celle-ci est encore représentée par la formule générale (1), mais où k reçoit, pour N' pareil, la valeur rendant m le plus grand possible.

Ainsi l'enveloppe passe, au moins entre $N'=-\infty$ et $N'=0{,}8$, au-dessus des enveloppées, dont deux se croisent, par suite, en chaque point voisin de l'enveloppe et situé au-dessous d'elle. L'équation (1), où l'on regarderait comme inconnue le paramètre k, y a donc alors deux racines réelles distinctes, qui deviennent égales sur l'enveloppe et imaginaires au delà.

IV. Comme l'enveloppe a, de $N'=-\infty$ à $N'=0{,}8$, ses ordonnées m décroissantes, l'élément des enveloppées commun avec elle appartient à la portion des courbes comprise entre leur ordonnée maximum et le point final ($N'=1$, $m=0$), c'est-à-dire à la partie descendante. Leur première partie, celle qui monte, n'est donc pas utilisée pour la construction de l'enveloppe.

Enfin, nulle part ailleurs que pour $N'=1$ et $m=0$, l'enveloppe, même construite en entier, bien au delà de la limite $N'=0{,}8$ de son emploi dans la question physique, n'offre de tangente verticale, parallèle à l'axe des ordonnées m; car les enveloppées n'ont pas d'autre élément vertical, où devienne infinie la dérivée $\frac{dm}{dN'}$, que le dernier, aboutissant au point ($N'=1$, $m=0$) commun à toutes.

V. Les courbes (1) correspondant aux petites valeurs de k, ou dont l'ordonnée positive m reste voisine de zéro, sauf du côté des fortes abscisses N' négatives, méritent une étude particulière, en raison de leur analogie avec la courbe assez simple (3) propre au déversoir de Belanger.

Renversons le sens des abscisses positives et prenons pour origine le point ($N' = 1$, $m = 0$) commun à toutes nos courbes, en appelant N'' notre nouvelle abscisse $1 - N'$. La relation (1) deviendra

$$(4) \qquad m = \frac{k \log k}{2(k^2 - 1)} \left[(2 + k) - k^2 \left(2 + k - \frac{k^2}{2} \right) N'' \right] \sqrt{N''}.$$

D'ailleurs, dans la nouvelle équation, $m = (1 - N'') \sqrt{N''} = N''^{\frac{1}{2}} - N''^{\frac{3}{2}}$, caractérisant le déversoir de Belanger, remplaçons, pour plus de clarté, l'abscisse N'' par X et l'ordonnée m par Y, de manière à avoir

$$(5) \qquad Y = (1 - X) \sqrt{X}.$$

Puis établissons une correspondance, point par point, entre deux courbes à coordonnées respectives (N'', m) et (X, Y) en posant

$$(6) \qquad X = k^2 N'', \qquad m = \left(1 + \frac{k}{2}\right)\left(\log \frac{1}{k}\right) \frac{Y}{1 - k^2}; \qquad \text{d'où} \qquad N'' = \frac{X}{k^2}.$$

La substitution de ces dernières valeurs à m et à N'' dans (4) donnera

$$(7) \qquad Y = \left[1 - \left(1 - \frac{k^2}{4 + 2k} \right) X \right] \sqrt{X},$$

relation qui, pour k^2 infiniment voisin de zéro, se réduit à (5).

Donc, lorsque le paramètre k devient assez petit, ou que la courbure des filets fluides inférieurs est grande dans la section contractée, cas dont approchent les nappes adhérentes, la courbe (4) prend des allures analogues à celles qu'elle aurait dans le déversoir de Belanger.

Les deux dernières relations (6) montrent que, pour ces courbes correspondant à k^2 très petit, les nouvelles abscisses N'' qui rendent X et, par suite, Y, sensibles, sont très grandes, de l'ordre de $\frac{1}{k^2}$, et qu'alors les ordonnées m sont grandes aussi, mais seulement de l'ordre, incomparablement moindre, de $\log \frac{1}{k}$.

Le maximum de m, pour N' ou N'' variables, correspond à celui, $\frac{2}{3\sqrt{3}}$, de Y dans (5), et à $X = \frac{1}{3}$ ou à $N'' = \frac{1}{3k^2}$. Il égale $\frac{1}{3\sqrt{3}} \frac{2+k}{1-k^2} \log \frac{1}{k}$, et son rapport à N'' est la quantité très petite $\frac{2+k}{\sqrt{3}} \frac{k^2}{1-k^2} \log \frac{1}{k}$.

On reconnaît assez facilement que, sauf erreur *relative* négligeable, le maximum de m, *considéré comme fonction de* k, ne se distingue pas alors du précédent, ou qu'il correspond encore à $X = \frac{1}{3}$ et à $Y = \frac{2}{3\sqrt{3}}$.

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION. — *Détermination de l'heure, sur terre et sur mer, à l'aide de la télégraphie sans fil.* Note de M. **Bouquet de la Grye.**

La question de la détermination des longitudes date en mer des essais de navigation hauturière et à terre du tracé des premières Cartes.

Il y a deux siècles, on l'a envisagée comme liée à la construction des montres marines, et des progrès remarquables ont été réalisés dans la régularité de leur marche, tant en Angleterre qu'en France.

On a invoqué aussi l'aide des données astronomiques, en remarquant que notre satellite peut être considéré comme une aiguille d'une horloge céleste ayant une marche vingt-huit fois plus lente que celle de nos chronomètres et dont l'observation peut donner l'heure d'un premier méridien.

La *Connaissance des Temps* fournit pour cela les positions de la Lune d'heure en heure et donne des Tableaux de culminations lunaires et des séries d'occultations d'étoiles. En mer, en général, on se contente de comparer l'heure emportée d'un premier méridien à l'heure locale provenant d'une observation astronomique; mais cette heure emportée est rarement exacte, d'où une incertitude sur la position du navire et l'occasion de nombreux naufrages.

La télégraphie sans fil, dont les résultats sont déjà si remarquables, ne peut-elle à la fois fournir, soit à terre, soit en mer, et cela sur toute la surface du globe terrestre, cette heure d'un premier méridien?

Les signaux hertziens partis de la Tour Eiffel peuvent actuellement arriver à 2000^{km}, et l'on estime qu'en augmentant l'énergie électrique ce chiffre pourrait être doublé et au delà.

Or, *a priori*, on peut croire qu'en substituant à cette Tour Eiffel, haute de 300^{m}, le pic de Ténériffe, dont l'altitude est de 3710^{m} et qui aurait une antenne allant à la mer de 14^{km}, on décuplerait facilement la distance réalisée actuellement, c'est-à-dire que les signaux iraient jusqu'aux antipodes.

Il ne s'agit pas, disons-le tout de suite, de créer un centre de correspondance télégraphique mondial, mais uniquement de signaux spéciaux, d'une

intensité exceptionnelle, qui seraient envoyés une fois par jour, donnant l'heure d'un premier méridien.

Ils feraient l'effet du coup de canon du Palais-Royal pour le quartier qui l'avoisine. Cet envoi d'une onde faisant le tour de la Terre ne doit pas étonner, puisque nous avons pu déceler sur les feuilles des marégraphes du cap Horn, de Colon et de la rade de l'île d'Aix la trace de l'onde produite par l'éruption du Krakatoa, dénotant la vitesse de propagation dans l'océan Indien et dans l'océan Atlantique (1).

Ce signal horaire spécial devrait être envoyé à minuit pour que les rayons solaires ne viennent perturber l'onde avant qu'elle ait fait, dans les deux sens, la moitié de la circonférence de la Terre; en outre, ce signal devrait être internationalisé, c'est-à-dire unique, car, s'il était lancé à la fois ou successivement de la France, de l'Angleterre et de l'Allemagne, pour ne citer que les États de l'Europe occidentale, on arriverait à une véritable confusion.

La possibilité de l'envoi de ce signal mondial a été acceptée aussi bien par le président de la Commission de télégraphie sans fil, M. Becquerel, que par l'amiral Gaschard, chef du Service technique à la Marine, et qui dirige les communications avec le Maroc; mais ce dernier estime même inutile d'avoir recours au pic de Ténériffe.

Quoique la pente moyenne entre le pic et la mer soit réduite à 13°30′, il croit que la montagne elle-même serait une gêne pour la transmission des ondes, et il estime qu'une plage d'une longueur de 6^{km} éloignée de toute montagne se prêterait mieux à l'envoi d'un signal mondial.

En utilisant la plage de Guetn'dar au Sénégal, dans une région des alizés, on se trouverait dans des conditions favorables sous tous les rapports.

L'emploi des signaux hertziens donnerait une grande sécurité à la navigation; il supprimerait à terre tous les longs calculs de longitude et ajouterait un nouveau bienfait à ceux que l'humanité doit à un homme de génie.

Comme conclusion d'ordre pratique, on pourrait commencer à la Tour Eiffel, en utilisant les installations actuelles, l'envoi à minuit temps moyen de Paris d'un signal, mais il faudrait augmenter dans une grande proportion l'énergie de l'onde électrique et multiplier les antennes.

---

(1) L'onde aérienne produite par cette explosion a été enregistrée sur toutes les feuilles des baromètres des Observatoires.

Cette heure envoyée serait alors perçue sur toute la surface de l'océan Atlantique, où la navigation est la plus intense et la plus difficile.

Cette expérience montrerait mieux les conditions d'une installation mondiale.

Il me paraît utile d'envoyer un vœu dans ce sens au Ministre de la Marine.

Sur la proposition de M. le **Président**, l'examen de ce vœu est renvoyé à une Commission composée de MM. les Membres des Sections d'Astronomie, de Géographie et Navigation et de Physique, auxquels MM. Darboux, Poincaré et Cailletet sont priés de s'adjoindre.

SISMOLOGIE. — *Le tremblement de terre du* 26 *mars* 1908 (Chilapa, Mexique), *enregistré à Paris*. Note de M. **G. Bigourdan**.

Ce tremblement de terre a été enregistré (¹) à l'Observatoire de Paris par le sismographe Milne, à deux pendules horizontaux, qui ont oscillé l'un et l'autre; mais un seul a donné une inscription suffisante : c'est le pendule droit, dirigé du Nord au Sud, et d'après lequel les mouvements se sont produits aux heures (²) suivantes dans la nuit du 26 au 27 mars 1908.

La phase *initiale* a débuté d'une manière à peu près subite à $23^h 25^m 20^s$ et sa première section (I_1) s'est prolongée jusqu'à $23^h 35^m 50^s$. Alors a commencé sa seconde section (I_2) qui s'est terminée à $23^h 56^m 0^s$ et pendant laquelle se sont manifestées quatre secousses importantes qui ont commencé respectivement à $23^h 36^m 0^s$, $23^h 41^m 40^s$, $23^h 47^m 30^s$, $23^h 52^m 30^s$.

A $23^h 56^m 0^s$ a commencé la phase *principale*, pendant la première partie de laquelle les mouvements étaient si grands que le pendule allait buter contre ses arrêts. Ces oscillations de grande amplitude ont duré pendant 13 minutes, puis les mouvements se sont éteints peu à peu pour finir vers $2^h 30^s$.

Déjà une petite secousse avait été enregistrée la veille, à $19^h 48^m$, et deux autres se sont produites dans la matinée du 27 : l'une, assez faible, a été enregistrée à $4^h 22^m$, et l'autre, plus forte, de $4^h 40^m$ à $4^h 50^m$; les mouvements plus faibles qui ont suivi celle-ci ont cessé de se marquer vers $5^h 30^m$.

(¹) Le fonctionnement de l'appareil est surveillé par M. Guénaire.

(²) Toutes les heures sont données en temps moyen de Paris, et comptées de 0^h à 24^h à partir de minuit.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Manuscrits d'Évariste Galois* (27 dossiers), inventoriés par M. J. **Tannery** et conservés à la Bibliothèque de l'Institut de France sous cette cote : Mss. N. S., t. CVIII.

Dossier 1. — Mémoire sur les conditions de résolubilité des équations par radicaux [*Œuvres* (1), p. 33]. Texte autographe du Mémoire présenté à l'Académie.

Dossier 2. — Lettre à Auguste Chevalier du 29 mai 1832 (*Œuvres*, p. 25).

Dossier 3. — Mémoire sur les conditions de résolubilité des équations par radicaux. Copie par Chevalier. Épreuves du *Journal de Liouville*.

Dossier 4. — Des équations primitives qui sont solubles par radicaux (*Œuvres*, p. 51). Texte de Galois.

Dossier 5. — Des équations primitives qui sont solubles par radicaux. Copie par Chevalier.

Dossier 6. — Feuille contenant une première rédaction de la proposition I du Mémoire sur les conditions de résolubilité des équations par radicaux (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 2e série, t. XXX, 1906, p. 236) (M.) (2), p. 11.

Dossier 7. — Rédaction primitive de la proposition V du Mémoire sur les conditions de résolubilité... (*Œuvres*, p. 42).

Dossier 8. — Fragment déchiré (*Bulletin*, t. XXX, p. 241) (M.), p. 17.

Dossier 9. — Discours préliminaire. Texte de Galois et copie par Chevalier (*Bulletin*, t. XXX, p. 245) (M.) A, p. 21.

Dossier 10. — Chemise pour « deux Mémoires d'Analyse pure... » (*Bulletin*, t. XXX, p. 247) (M.) B, p. 23.

Dossier 11. — Préface pour « deux Mémoires d'Analyse pure... ». Texte

(1) *Œuvres mathématiques d'Évariste Galois*, publiées par la *Société mathématique*, Paris, Gauthier-Villars, 1897.

(2) *Manuscrits d'Évariste Galois*, Paris, Gauthier-Villars, 1908.

de Galois et copie par Chevalier (*Bulletin*, t. XXX, p. 255), publié en partie seulement (M.) C, p. 25.

Dossier 12. — Discussions sur les progrès de l'Analyse pure : « Il serait en dehors de la gravité... ». Texte de Galois et copie par Chevalier (*Bulletin*, t. XXX, p. 259) (M.) D, p. 28 ; E, p. 30.

Dossier 13. — « Ici comme dans toutes les Sciences... » (*Bulletin*, t. XXX, p. 262) (M.) F, p. 31.

Dossier 14. — « Sciences. Hiérarchie. Écoles ». (*Bulletin*, t. XXX, p. 263) (M.) G, p. 32.

Dossier 15. — Fragments sur la théorie des permutations et des équations (*Bulletin*, t. XXX, p. 280 et 284) (M.) H, p. 39 ; I, p. 43.

Dossier 16. — Fragment se rapportant à la proposition I du Mémoire sur la résolubilité (*Bulletin*, t. XXXI, p. 286) (M.) J, p. 45.

Dossier 17. — Fragments sur la théorie des équations (*Bulletin*, t. XXXI, p. 290 et 292) (M.) K, p. 49 ; L, p. 51.

Dossier 18. — Note sur les équations non primitives (*Bulletin*, t. XXXI, p. 293) ; cf. *Œuvres*, p. 11 (M.) M, p. 52.

Dossier 19. — Addition au Mémoire sur la résolution des équations. Énoncé arithmétique (*Bulletin*, t. XXXI, p. 294) ; cf. *Œuvres*, p. 11 (M.) N, p. 53.

Dossier 20. — Sur la division des fonctions elliptiques (*Bulletin*, t. XXXI, p. 296) (M.) O, p. 55.

Dossier 21. — Sur l'intégration des équations linéaires (*Bulletin*, t. XXXI, p. 301) (M.) P, p. 60.

Dossier 22. — Sur les surfaces du second degré (*Bulletin*, t. XXXI, p. 304) (M.) Q, p. 63.

Dossier 23. — Sur les intégrales eulériennes (*Bulletin*, t. XXXI, p. 276) (M.), p. 34.

Dossier 24. — Fragments et calculs divers (inédits) dont la plupart se rapportent à la théorie des fonctions elliptiques : Fragment sur la théorie des nombres. Théorème d'Abel. Équations aux dérivées partielles du premier ordre.

Dossier 25. — Cahier où quelques pages sont de Galois (M.), p. 36.

Dossier 26. — Manuscrits de Galois provenant de M. Hermite (donnés à M. Hermite par M. Richard). Donnés par M. Émile Picard (M.), p. 63.

Dossier 27. — Manuscrits de Joseph Liouville trouvés avec les papiers de Galois. La Lettre d'Alfred Galois à Jacobi.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur les propriétés lécithinophiles du bacille tuberculeux et de la tuberculine.* Note de MM. **A. Calmette**, **L. Massol** et **M. Breton**.

Lorsqu'on met en présence *in vitro* du venin de cobra et des hématies de bœuf, de cheval, de lapin, d'homme, etc., préalablement débarrassées du sérum par plusieurs lavages à l'eau salée physiologique, on constate qu'il ne se produit pas d'hémolyse ([1]), tandis que celle-ci se manifeste en quelques minutes dès qu'on ajoute au mélange un peu de sérum de cheval ou de chien préalablement chauffé à 58°, ou bien, suivant les indications de P. Kyes, un peu de lécithine ([2]).

Les travaux ultérieurs de P. Kyes et Hans Sachs, puis de H. Noguchi ont établi que seuls les sérums qui renferment de la lécithine ou des acides gras, ou des savons, sont capables d'activer le venin, c'est-à-dire de le rendre hémolytique; mais l'action activante des acides gras et des savons est empêchée par l'addition d'une dose convenable de chlorure de calcium au sérum, tandis que celle de la lécithine ne l'est pas.

En étudiant ces propriétés activantes des divers sérums à l'égard des venins de serpents, notre attention a été attirée sur plusieurs faits qui nous paraissent ouvrir une voie nouvelle et intéressante aux investigations relatives à la tuberculose.

Nous avons constaté tout d'abord que les bacilles tuberculeux possèdent une affinité très particulière pour la lécithine. Cette affinité est mise en évidence par l'expérience suivante :

Dans une série de tubes à essais A, A′, A″, ... mettons 1^{cm^3} d'une émulsion de bacilles tuberculeux frais (origine bovine, correspondant à 5 pour 1000 en poids de bacilles secs) en présence de quantités variables de lécithine [$0^{cm^3},4$ à 1^{cm^3} de solution

---

([1]) Calmette, *Comptes rendus*, 16 juin 1902.

([2]) *Berlin. Klin. Woch.*, 1902, n°s 38-39; 1903, n°s 2-4, 42-43.

à 1 pour 10000 ([1])]. Laissons en contact pendant 2 heures à l'étuve à 37°, puis ajoutons à chaque tube 1^{cm^3} d'émulsion à 5 pour 100 d'hématies de cheval lavées, et $0^{cm^3},5$ d'une solution de venin de cobra à 1 pour 5000. Des tubes témoins B, B′, B″, ... reçoivent les mêmes quantités de lécithine + hématies + venin. D'autres tubes témoins C, C′ reçoivent des bacilles tuberculeux + hématies + venin sans lécithine.

En moins de 30 minutes, l'hémolyse est complète dans tous les tubes B, B′, B″, ... Elle est nulle, même après 18 heures, en C, C′; nulle également dans les tubes de la série A où les bacilles tuberculeux étaient restés en contact avec $0^{cm^3},4$, $0^{cm^3},5$, $0^{cm^3},6$ de solution de lécithine. Dans les autres tubes de la série A, contenant $0^{cm^3},7$ ou davantage de lécithine, les hématies sont hémolysées.

La même expérience est répétée en remplaçant les bacilles tuberculeux frais par des bacilles secs non chauffés, par des bacilles chauffés à 120°, par une solution de tuberculine à 0,5 pour 100 ou à 5 pour 100 précipitée par l'alcool à froid, et enfin par le bouillon de culture sans bacilles.

On trouve alors que les bacilles secs sont tout aussi avides de lécithine que les bacilles frais, mais que, par contre, les bacilles stérilisés à 120° perdent presque complètement leur activité initiale (hémolyse avec $0^{cm^3},5$ de lécithine). La tuberculine préparée à froid dévie également la lécithine et l'empêche d'agir sur le venin jusqu'à la dose maxima de 4^{cm^3} (de solution à $\frac{1}{10000}$) pour 1^{cm^3} de solution de tuberculine à 5 pour 100. La même tuberculine stérilisée à 120° est beaucoup moins avide. Le bouillon de culture, sans bacilles et sans tuberculine, ne l'est pas du tout.

En présence de ces résultats et de la constatation que nous avions faite précédemment des propriétés activantes à l'égard du venin, manifestées par les seuls sérums qui renferment de la lécithine capable d'activer le venin (cheval, chien, rat), nous avons aussitôt pensé à étudier comparativement la manière dont se comportent les différents sérums d'animaux ou d'hommes sains, d'animaux ou d'hommes tuberculeux, soit vis-à-vis du venin seul, soit après contact préalable avec une émulsion de bacilles tuberculeux + venin.

Les séries d'expériences ainsi effectuées nous ont permis d'établir les faits suivants :

1° Les sérums qui renferment de la lécithine, soit qu'on les ait chauffés à 58°, soit qu'on ait annihilé, par l'addition d'une quantité suffisante de chlorure de calcium, l'action des acides gras activants qu'ils contiennent à

([1]) La solution de lécithine se prépare en dissolvant 1^g de lécithine dans 100^g d'alcool méthylique pur. On prend 1^{cm^3} de cette dilution qu'on porte dans 9^{cm^3} d'eau salée à 0,85 pour 100, et l'on fait une seconde dilution de 1^{cm^3} du précédent mélange dans 9^{cm^3} d'eau salée. Cette dernière dilution au *dix-millième* est utilisée pour la réaction.

l'état frais, révèlent la présence de cette lécithine par l'aptitude qu'ils confèrent au venin de cobra d'hémolyser les hématies lavées.

2° On peut titrer approximativement la quantité de lécithine contenue dans les sérums en mesurant les quantités de sérum qui sont capables d'activer un poids déterminé de venin.

3° La lécithine des sérums activants peut être déviée ou fixée soit par les bacilles tuberculeux ajoutés en quantité suffisante, soit par les solutions de tuberculine préparées à froid, de telle sorte que, lorsque ces sérums ont été mis pendant un temps convenable en présence des bacilles ou de la tuberculine, ils perdent la propriété d'activer le venin (5^{mg} de bacilles pesés à l'état sec peuvent fixer $0^{g},0001$ de lécithine, soit 2 pour 100 de leur poids).

4° Les sérums d'hommes ou d'animaux *tuberculeux* (non cachectiques) renferment une proportion importante de lécithine décelable par la réaction qui précède, alors que les sérums d'hommes ou d'animaux de mêmes espèces, *sains*, n'en renferment pas. Dans nos expériences, jamais le sérum des nouveau-nés sains, non plus que celui des veaux, ne s'est montré, après 1 heure de chauffage à 58°, capable d'activer le venin. Il en est de même pour les sérums des bovidés adultes qui ne réagissent pas à la tuberculine et pour celui d'hommes ou de porcs *sains*. Tous ces sérums, chauffés à 58°, sont *inactifs*.

Par contre, les sérums d'homme ou de bœuf *tuberculeux*, également chauffés à 58°, activent le venin, et la lécithine qu'ils renferment peut être déviée *in vitro* par les bacilles tuberculeux [1].

5° Chez les espèces animales dont le sérum se montre incapable, après 1 heure de chauffage à 58°, d'activer le venin de cobra, il paraît y avoir une relation étroite entre l'infection tuberculeuse et la mise en liberté de lécithine dans le sang circulant.

L'affinité si manifeste des bacilles tuberculeux et de la tuberculine (surtout préparée à froid) pour la lécithine joue probablement un rôle essentiel dans la réaction générale fébrile et dans les réactions locales de la peau ou des muqueuses (cuti et ophtalmo-réaction) qui apparaissent après les injections sous-cutanées ou les instillations de tuberculine sur les muqueuses : on constate en effet que, lorsqu'une solution de tuberculine précipitée à froid

---

[1] Les sérums de sujets syphilitiques, nouveau-nés ou adultes, renferment également de la lécithine, mais sous un état différent, car les bacilles tuberculeux ne peuvent la fixer : ils activent pourtant le venin de cobra comme le sérum des sujets tuberculeux.

a été laissée en contact à l'étuve pendant quelques heures avec un sérum de cheval ou de chien préalablement chauffé 1 heure à 58° et riche en lécithine, de telle sorte que, dans le mélange, il reste encore, après fixation, un excès de lécithine capable d'activer le venin, la tuberculine ainsi traitée n'est plus capable de provoquer l'ophtalmo-réaction; cependant sa toxicité ne semble pas diminuée, car 1^{mg} de cette tuberculine saturée de lécithine tue le cobaye sain par inoculation intracérébrale.

C'est peut-être à cette affinité pour la lécithine des cellules nerveuses qu'il faut attribuer les accidents si caractéristiques de la méningite tuberculeuse et aussi la toxicité de la tuberculine pour les animaux sains lorsque cette substance est introduite directement dans le cerveau, tandis que la tuberculine est inoffensive pour ces mêmes animaux sains lorsqu'on l'introduit sous la peau, ou dans le péritoine, ou dans les veines. Nous poursuivons nos recherches en vue d'élucider cette question.

M. **Simon Newcomb** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : *A search for fluctuations in the sun's thermal radiation through their influence on terrestrial temperature.*

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie pour la Chaire de Géométrie appliquée aux Arts, vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers par le décès de M. *Laussedat.*

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre des votants étant 45,

M. Bricard obtient. . . . . 40 suffrages
M. Adam » . . . . 5 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre des votants étant 38,

M. Adam réunit l'unanimité des suffrages.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre du Commerce et

de l'Industrie comprendra :

En première ligne . . . . M. **Bricard**
En seconde ligne . . . . M. **Adam**

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le Tome X de la *Flore de France*, par G. Rouy, J. Foucaud, E.-G. Camus et N. Boulay, continuée par G. Rouy. (Présenté par M. Guignard.)

ASTRONOMIE. — *Sur l'état actuel du problème de la dispersion des rayons lumineux dans les espaces interstellaires. Premier essai d'application à des déterminations provisoires de distances stellaires.* Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. H. Poincaré.

I. Les résultats annoncés par M. Tikhoff dans sa Note du 16 mars (ce Volume, p. 570) constituent une confirmation qualitative, très précieuse et indépendante, de la conclusion à laquelle m'avaient conduit, de mon côté, mes observations d'Algol et de λ Taureau (ce Volume, p. 266 et 383), à savoir : que la lumière qui nous vient de ces étoiles paraît subir dans l'espace céleste une dispersion dont le sens est le même que celle des milieux réfringents ordinaires.

Que si l'on considère l'état actuel de la question, on voit que, jusqu'ici, deux méthodes entièrement distinctes ont fourni des résultats positifs encourageants :

1° L'une d'elles, qui est une *méthode photométrique*, consiste en principe, je le rappelle, à produire, à l'aide d'écrans colorés, une série d'images monochromatiques d'une étoile variable à courte période, et à déterminer photométriquement leurs courbes de lumière respectives, de manière à mettre en évidence tout décalage relatif de ces courbes.

La priorité de cette méthode et de la publication des premiers résultats obtenus par son moyen m'appartient par mon pli cacheté reçu par l'Académie des Sciences à la séance du 16 février 1906 et ouvert le 10 février 1908, et par mes Notes aux *Comptes rendus* des 10 et 24 février 1908 (*loc. cit.*). Je

me plais d'ailleurs à reconnaître que c'est d'une manière tout à fait indépendante que M. Tikhoff a, par l'application du même principe aux étoiles RT Persée et W Grande Ourse, obtenu les résultats communiqués dans sa Note du 16 mars 1908.

Nous avons d'ailleurs, M. Tikhoff et moi, réalisé expérimentalement le principe de cette méthode au moyen de dispositifs très différents, et qui se complètent heureusement, comme je l'indiquerai ci-dessous.

Je désignerai cette méthode en l'appelant *méthode des images monochromatiques*.

2° Un autre procédé qui constitue une *méthode spectroscopique,* et qui appartient en propre à M. Tikhoff, avait été, ainsi qu'il ressort de sa Note (*loc. cit.*), appliqué par M. Bélopolsky, puis par lui, à l'étoile double spectroscopique β Cocher (qui n'est pas une étoile variable). Elle consiste à mesurer les spectrogrammes d'une étoile de ce type, en utilisant deux raies situées en des régions différentes du spectre, de manière à manifester toute différence entre les deux courbes de vitesses radiales; nous la désignerons en l'appelant *méthode des vitesses radiales*.

II. Bien que la grandeur du décalage trouvé par ce procédé avec l'étoile β Cocher ne soit, d'après M. Tikhoff, que de l'ordre des erreurs de mesure, on peut considérer comme particulièrement démonstratif le fait que ce décalage est dans le même sens que celui qu'ont fourni les étoiles β Lyre, λ Taureau, RT Persée et W Grande Ourse par la *méthode des images monochromatiques*.

Quoiqu'elle ait l'inconvénient d'exiger de très puissants instruments, et même avec ceux-ci des poses très longues excluant une grande précision, d'être quelque peu moins exacte et moins simple que la *méthode des images monochromatiques,* et de n'être applicable à l'heure actuelle qu'à un nombre très restreint d'objets célestes, la *méthode des vitesses radiales* offre le précieux avantage de ne point faire double emploi avec celle-là, étant distincte dans son objet : elle est basée, en effet, sur l'étude de *variations de vitesse,* tandis que celle-là étudie des *variations d'éclat*, c'est-à-dire que chacune est applicable à une catégorie bien déterminée d'objets célestes. La *méthode des images monochromatiques* échappe d'ailleurs aux inconvénients précédents.

Comparons maintenant les dispositifs expérimentaux au moyen desquels nous avons respectivement, M. Tikhoff et moi, réalisé la *méthode des images monochromatiques :* je rappelle que le mien consiste à juxtaposer à l'étoile observée une étoile artificielle d'éclat modifiable et réglable à volonté,

grâce à des nicols gradués, et à faire les mesures en réalisant l'égalité d'éclat de deux astres observés simultanément à travers les écrans colorés; le dispositif de M. Tikhoff consiste à photographier l'étoile observée à travers les divers écrans et à étudier ensuite sur la plaque, par la méthode des degrés, ses variations. Il a sur le mien l'avantage notable de laisser des documents photographiques, qu'on peut ensuite étudier à loisir; mon dispositif a d'autre part l'avantage de donner immédiatement, par la simple application de la loi de Malus, des courbes de lumière parfaitement comparables; de permettre des mesures également rapides et précises dans les diverses régions du spectre et pour des étoiles d'éclats très différents, et d'éviter les difficultés pratiques et les questions délicates que soulève encore la photométrie photographique stellaire. Les deux procédés, on le voit, se complètent heureusement.

En résumé : *Du fait que les méthodes et les dispositifs, que nous avons employés indépendamment, conduisent, quoique très différents, à des résultats qualitativement semblables, il semble permis d'augurer avec une certaine confiance, et sous réserve des confirmations ultérieures, qu'une dispersion de la lumière se produit réellement dans les espaces célestes et qu'elle y a le même sens que dans les milieux réfringents ordinaires.*

III. Si l'on compare entre eux quantitativement les résultats obtenus avec les cinq étoiles : β Cocher, β Lyre, λ Taureau, RT Persée et W Grande Ourse (et ces résultats ne peuvent, répétons-le, être envisagés que comme provisoires et seulement probables) et qu'on admette pour Algol la parallaxe 0″,0556 d'après Pritchard, on en déduit, par des réductions approchées $\left(\text{faites en admettant la loi } n = A + \frac{B}{\lambda^2}\right)$, les distances de ces étoiles à la Terre figurées dans le Tableau suivant :

Étoile.	Longueurs d'onde approximatives entre lesquelles le décalage a été étudié.	Ordre de grandeur de la distance à la Terre.
λ Taureau.............	450$^{\mu\mu}$ à 680$^{\mu\mu}$	180 années de lumière
β Cocher.............	400 à 450	95 »
Algol.................	450 à 680	60 »
W Grande Ourse......	380 à 625	25 »
RT Persée............	430 à 560	15 »

Il sera particulièrement important de reprendre par les procédés habituels la mesure de la parallaxe d'Algol, qui n'est connue jusqu'ici que par

les mesures photographiques assez incertaines de Pritchard, et d'aborder celle des parallaxes des dernières étoiles de ce Tableau, dont l'ordre de grandeur paraît accessible à la précision des méthodes habituelles de l'Astronomie de position.

PHYSIQUE. — *Sur un phénomène attribuable à des électrons positifs, dans le spectre d'étincelle de l'yttrium.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Henri Poincaré.

On sait [1] que les cristaux et les solutions des sels de terres rares, possédant des spectres d'absorption à bandes fines, manifestent, sous l'influence d'un champ magnétique, un effet de même nature que le phénomène découvert par M. Zeeman dans les spectres des vapeurs. Les nombreux travaux relatifs au phénomène de Zeeman avaient montré que le déplacement des raies d'émission ou d'absorption des vibrations circulaires se produit toujours, pour les spectres des vapeurs et des gaz, dans un même sens, et que ces raies doivent être considérées comme dues à des électrons négatifs. Au contraire, les bandes qui correspondent, dans les spectres des cristaux et des solutions, à l'absorption de vibrations circulaires d'un même sens, se déplacent, les unes d'un côté du spectre, les autres du côté opposé. Comme je l'ai montré il y a deux ans, deux hypothèses peuvent rendre compte de ce fait : on peut, ou bien supposer une inversion du sens du champ magnétique à l'intérieur de certaines régions moléculaires, ou bien admettre que *certaines bandes sont dues à des électrons positifs*.

On a vu que l'invariabilité, à toute température, des changements de fréquence produits par le magnétisme rend sinon tout à fait certaine, du moins extrêmement probable l'existence des électrons positifs [2].

Une très importante généralisation de ces phénomènes vient d'être donnée par M. Dufour [3], qui a étendu les résultats précédents aux spectres de flamme des chlorures et fluorures alcalino-terreux. Les spectres d'émission de ces composés renferment des bandes dont les unes présentent l'effet

---

[1] Jean Becquerel, *Comptes rendus*, 1906, 1907 et 1908, et *Le Radium*, février, mars, septembre et novembre 1907 et janvier 1908.

[2] Jean Becquerel, *Le Radium*, janvier 1908, et Jean Becquerel et H. Kamerlingh Onnes, *Kon. Ak. Amsterdam*, 29 février 1908.

[3] A. Dufour, *Comptes rendus*, 20 janvier, 3 février, 23 mars 1908.

Zeeman ordinaire et les autres l'effet inverse. Le même phénomène se retrouve pour quelques raies du second spectre de l'hydrogène.

Récemment aussi, M. R.-W. Wood [1], observant, dans le pouvoir rotatoire magnétique de la vapeur de sodium, des effets analogues à ceux que j'avais obtenus dans les cristaux auprès des bandes d'électrons positifs [2], a conclu à la présence de ces électrons dans la vapeur de sodium.

Je me suis proposé de rechercher si les terres rares, dont l'absorption à basse température avait donné lieu au premier phénomène magnéto-optique attribuable à des électrons positifs, ne manifesteraient pas aussi les mêmes effets dans l'émission à très haute température. J'ai retrouvé ces phénomènes dans le *spectre d'étincelle* de l'yttrium.

Le spectroscope employé est constitué par un réseau plan de Rowland, avec objectif de $1^m,30$ de distance focale, et autocollimation. L'étincelle *condensée,* de 2^{mm} à 3^{mm} de longueur, est produite au-dessus d'une solution de chlorure ou de nitrate, entre une pointe de platine et l'extrémité d'une mèche de platine traversant la solution. L'étincelle éclate dans un champ d'environ 20000 gauss, fourni par un électro-aimant Weiss muni de pôles tronconiques; l'un de ces pôles est percé d'une ouverture de 3^{mm} permettant d'observer dans le sens du champ.

Ce dispositif a été monté avec le concours de M. Matout, à qui je suis heureux d'adresser mes remercîments.

La lumière émise parallèlement aux lignes de force traverse une lame quart d'onde suivie d'un rhomboèdre placé devant la fente du spectroscope et permettant d'observer simultanément les spectres de deux vibrations circulaires inverses. Dans ces conditions, on observe que les raies isolées des terres rares donnent, avec plus ou moins d'intensité, l'effet Zeeman dans le sens habituel, mais avec l'yttrium l'attention est attirée par deux groupes de raies qui n'offrent pas le même aspect que les raies isolées. Ces raies, situées dans l'orangé, ont été observées par Thalén [3], qui les a signalées comme « *bien caractéristiques de l'yttrium* »; elles ont été depuis étudiées par M. G. Urbain. Ces deux groupes apparaissent, dans un spectroscope à faible dispersion, sous l'aspect de cannelures, mais avec le réseau on observe une série de raies *de forme dissymétrique,* possédant chacune un bord net du côté du violet et un bord plus flou suivi d'une lueur dégradée

(1) R.-W. Wood, *Phil. Mag.,* t. XV, février 1908, p. 274.
(2) Jean Becquerel, *Comptes rendus,* 31 mai 1906, et *loc. cit.*
(3) Thalén, *Journal de Physique,* t. IV, 1875, p. 33.

du côté opposé; ces raies se succèdent régulièrement à des intervalles de $1^{\mu\mu},6$ à $1^{\mu\mu},8$, croissant légèrement avec la longueur d'onde, et elles diminuent d'intensité des plus petites aux plus grandes longueurs d'onde. Les raies les plus fortes, c'est-à-dire les têtes de séries, ont, d'après Thalén, pour longueurs d'onde $597^{\mu\mu},05$ et $613^{\mu\mu},10$. J'ai observé 8 raies dans le premier groupe et 7 raies dans le second; les dernières raies de chaque groupe sont extrêmement faibles.

Les raies du second groupe ($613^{\mu\mu},10$) *donnent le phénomène de Zeeman dans le sens habituel, tandis que les raies du premier groupe* ($597^{\mu\mu},05$) *présentent le phénomène de sens inverse.* Les décalages sont un peu plus petits que pour les raies D. D'après les premières observations, les changements de fréquence semblent être de même grandeur pour toutes ces raies.

Un autre fait est que, dans chacun des groupes, *la différence des nombres de vibrations, entre deux raies consécutives, est constante.* Une semblable loi de succession avait depuis longtemps été observée (¹) pour les principales bandes de phosphorescence des sels d'uranyle.

Les observations précédentes suggèrent les remarques suivantes:

1° Le fait nouveau mis en évidence avec l'yttrium montre qu'à la température la plus élevée que nous puissions produire, et *à laquelle on considère généralement les éléments comme séparés,* les phénomènes attribuables à des électrons positifs peuvent encore se manifester.

2° Tandis que dans les cristaux les électrons positifs se rencontrent dans des bandes isolées, dans les vapeurs ils apparaissent surtout dans des séries de raies régulièrement distribuées et d'aspect dissymétrique. Il semble en être aussi de même dans les expériences de M. Wood, qui observe avec la vapeur de sodium un pouvoir rotatoire magnétique négatif d'un seul côté de raies dissymétriques.

3° Il est possible que les électrons positifs, qui n'ont pu être séparés des atomes ni dans les décharges électriques, ni dans les phénomènes de radioactivité, et qui paraissent par suite fortement liés aux atomes, puissent néanmoins acquérir un degré de liberté suffisant pour se manifester dans les phénomènes optiques, grâce aux actions qui s'exercent entre les atomes groupés dans une même molécule. Peut-être aussi la loi de succession des diverses raies d'un même groupe, loi dans certains cas particulièrement simple, contribuera-t-elle à faire comprendre dans quelles conditions se produisent les spectres attribuables à des électrons positifs.

(¹) Henri Becquerel, *Comptes rendus,* t. CI, p. 1252.

PHYSIQUE. — *Sur le nombre des corpuscules dans l'atome.* Note de M. J. **Bosler**, présentée par M. Poincaré.

On sait que tout dernièrement le professeur J.-J. Thomson (1), à la suite d'expériences exécutées par trois méthodes entièrement différentes, a été amené à modifier sur un point important la théorie atomique actuelle. Le nombre des corpuscules intérieurs à l'atome, qu'on considérait autrefois comme très élevé, serait relativement faible et de l'ordre de grandeur des poids atomiques. Ce résultat, s'il se confirme, modifiera bien des choses. Nous voulons seulement faire ici, entre quelques chiffres, un rapprochement qui nous semble intéressant dans cet ordre d'idées.

Dans un Ouvrage antérieur, *Electricity and Matter*, le professeur Thomson calculait l'énergie potentielle (2) contenue dans 1^g d'hydrogène en admettant 1000 corpuscules par atome : il arrivait à un résultat de l'ordre de 10^{19} ergs. Soient n le nombre inconnu des électrons dans l'atome, e leur charge qu'on admet égale à $3,2.10^{-10}$ U.E.S., N le nombre d'atomes dans 1^g, 10^{24} environ, a le rayon de l'atome 10^{-8}; la charge totale de l'atome est ne et l'énergie à dépenser pour le dissocier est de l'ordre de $\frac{N(ne)^2}{a}$, soit avec nos chiffres $n^2\,10^{13}$ ergs.

Or Curie a trouvé que 1^g de radium rayonne 100^{Cal} par heure ou 876000 par an, et Rutherford admet pour l'atome une vie moyenne T d'environ 1300 ans. L'énergie totale contenue dans 1^g de radium est donc en calories

$$876000\int_0^T e^{-\lambda t}\,dt = 876000\,\frac{1-e^{-\lambda T}}{\lambda},$$

car la masse décroît en fonction exponentielle du temps. Comme d'après Rutherford $\lambda = 6.10^{-4}$ (chiffre correspondant à 1300 ans), l'énergie totale est de l'ordre de 3.10^{16} ergs.

Revenons maintenant au calcul de M. Thomson. Les expériences récentes auxquelles nous faisons allusion ont confirmé, ce qu'on admettait déjà auparavant, que n est proportionnel au poids atomique. Comme N varie en

(1) *Philosophical Magazine*, 1907, et *The Corpuscular Theory of Matter*, Londres, 1907.

(2) J.-J. Thomson, *Electricity and Matter* (Londres, 1905), p. 109.

raison inverse, la quantité d'énergie que peut contenir 1^g de radium est en définitive proportionnelle au poids atomique.

D'autre part, le volume de la sphère positive [1], c'est-à-dire celui de l'atome, varie, selon M. Thomson, avec les éléments en fonction du poids atomique : nous pouvons admettre que pour les corps de fort poids atomique, comme le radium, a est le triple de ce qu'il est pour l'hydrogène. On arrive ainsi à estimer l'énergie potentielle de 1^g de radium à une valeur de l'ordre de $\frac{225}{3} \times n^2 10^{13}$ ou de $10^{15} n^2$ ergs.

En comparant ce résultat avec celui de l'observation, on voit que le nombre n des corpuscules dans l'atome d'hydrogène doit être de l'ordre des unités.

En tout cas, il serait extrêmement difficile de lui attribuer la valeur 1700 que suggère la comparaison des valeurs de $\frac{e}{m}$ chez l'électron et chez l'atome, jointe à l'idée que la masse de l'atome provient uniquement de ses corpuscules.

Dans notre calcul, nous admettons implicitement que les particules α (qui forment, on le sait, la presque totalité du rayonnement énergétique) n'ont elles-mêmes qu'une énergie potentielle négligeable. Cela résulte de ce que, si l'atome de radium se désagrège en p parties, celles-ci ont un poids atomique $\frac{225}{p}$ et leur énergie totale est de l'ordre de celle du radium multipliée par $p \frac{1}{p^2}$ ou $\frac{1}{p}$. Rappelons à ce propos que Rutherford exprime l'opinion que les particules α seraient des atomes d'hélium : p serait alors égal à 55.

PHYSIQUE. — *Détermination du facteur d'ionisation de l'eau dans les dissolutions d'acide chlorhydrique.* Note de M. E. **Doumer**, présentée par M. d'Arsonval.

Pour mesurer les facteurs d'ionisation de l'eau dans les dissolutions d'acide chlorhydrique, on peut employer des électrodes soit en argent, soit en mercure purs.

Avec une *anode en argent,* les phénomènes sont très simples : tout au début, le volume de l'oxygène gazeux recueilli est un peu trop faible, car une

(1) *The Corpuscular Theory of Matter,* p. 165.

partie de ce corps reste fixée sur l'argent sous forme d'oxyde brun. Mais au bout d'un certain temps, lorsque cette couche d'oxyde d'argent a atteint une épaisseur qu'elle ne semble pas pouvoir dépasser, le dégagement d'oxygène gazeux augmente et prend un régime constant.

Le chlore se fixe sur l'anode sous forme de chlorure d'argent, et si l'on opère avec précaution, c'est-à-dire avec de faibles courants, la liqueur ne contient aucune trace de chlore libre, ni de composés oxygénés de chlore.

Exemple. — Dans l'expérience suivante, les lectures ont été faites de 5 minutes en 5 minutes. Les volumes ont été ramenés à 0° et à 760mm.

TABLEAU I.

Temps.	Volumes V d'hydrogène.	Volumes v d'oxygène.	Rapports $\frac{v}{V}$.
°	cm³	cm³	
5	3,88	0,96	0,247
10	4,01	1,09	0,272
15	3,90	1,11	0,285
20	3,92	1,25	0,319
25	3,87	1,25	0,323
30	3,86	1,27	0,328
35	3,96	1,31	0,331
40	3,98	1,32	0,332
45	3,90	1,27	0,325
50	3,90	1,31	0,335
55	3,90	1,29	0,330
60	3,95	1,31	0,331
65	3,92	1,31	0,333
70	3,94	1,31	0,332
75	3,95	1,31	0,331
80	3,93	1,30	0,330
85	3,97	1,31	0,329
90	3,91	1,29	0,331
95	3,90	1,29	0,331
100	3,90	1,28	0,330

Dans les mesures qui font l'objet de cette Note je n'ai recueilli les gaz qu'après 20 minutes de marche de l'électrolyse.

J'ai constaté que, contrairement à ce que l'électrolyse avec des électrodes en platine aurait pu faire supposer, *le rapport de l'oxygène dégagé au volume de l'hydrogène recueilli à la cathode est constant et indépendant de l'in-*

tensité du courant et du titre de la dissolution :

TABLEAU II.

Intensités.	Titres par litre.	Rapports $\frac{v}{V}$
atm 0,021	5,3	0,329
0,250	5,3	0,332
0,100	10,7	0,328
0,020	10,7	0,333
0,053	55,8	0,332
0,023	1,25	0,332
0,006	1,25	0,331
	Soit, en moyenne......	0,331

Avec une *anode en mercure*, les phénomènes semblent plus simples encore, car tout l'oxygène et tout le chlore électrolysés restent fixés sur l'électrode sous forme d'un mélange d'aspect noirâtre de calomel et de sous-oxyde de mercure. L'augmentation de poids du mercure et le volume de l'hydrogène recueilli à la cathode permettraient de calculer, par la règle des mélanges, le poids de l'oxygène et celui du chlore électrolysés. Malheureusement une partie (légère il est vrai) du sous-oxyde se dissout dans la dissolution et la mesure exacte de l'oxygène devient ainsi incertaine et difficile, car elle exige le dosage du mercure dissous.

Aussi je ne me suis servi de l'anode en mercure que pour faire des expériences de contrôle et pour m'assurer que le dégagement d'oxygène était indépendant de la nature de l'électrode.

Expérience. — Une dissolution contenant $5^g,3$ pour 100 d'acide chlorhydrique pur m'a donné, avec un courant de $0^{atm},025$, les résultats suivants :

Volume d'hydrogène à 0° sous 760^{mm}.................. $V = 45^{cm^3},27$
Augmentation du poids de l'anode.................... $P = 0^g,0592$
Mercure dissous.................................. $p = 0^g,0093$

D'où l'on calcule :

Sous-oxyde de mercure dissous .... $p' = 0^g,0097$
Poids total de chlore et d'oxygène électrolysés $(P + p')$. $\pi = 0^g,0689$

La règle des mélanges donne :

Poids d'oxygène.................................... $0^g,02198$

Le volume de cet oxygène serait :

A 0° et sous 760^{mm} .... $v = 15^{cm^3},37$

et le rapport

$$\frac{v}{V} = 0,339.$$

Si l'on tient compte des difficultés de ces mesures et des erreurs qu'elles comportent, l'accord de ce rapport avec celui qui a été obtenu avec des électrodes en argent paraîtra aussi satisfaisant.

De ces mesures il résulte que le *facteur d'ionisation de l'eau dans les dissolutions d'acide chlorhydrique est une constante indépendante de l'intensité du courant et du titre de la dissolution* (et aussi peut-être de la nature de l'anode). Ce facteur est égal à 0,662, c'est-à-dire que 0,662 (soit environ les deux tiers) de l'hydrogène recueilli proviennent de l'électrolyse de l'eau; l'autre tiers (0,338) provient seul de l'électrolyse de l'acide chlorhydrique.

Si l'on admet que l'ionisation des dissolutions est antérieure au passage du courant et que le courant, pour traverser l'électrolyte, utilise les chaînes d'ions qui existent entre les électrodes, il semble qu'on puisse admettre que ces chaînes d'ions sont constituées de la façon suivante :

```
H    H    H    H    H    H    H    H    H    ...
Cl      O      Cl      O      Cl      O      ...
```

ou bien, si l'on admet que l'eau est ionisée seulement en H et OH,

```
H    H    H    H    H    H    H    H    H    ...
Cl   OH   OH   Cl   OH   OH   Cl   OH   OH   ...
```

Dans le premier cas, on aurait 1^{mol} d'eau ionisée pour 1^{mol} HCl également ionisée; on en aurait deux dans le second.

Rien dans les expériences que je viens de rapporter ne permet de décider entre ces deux interprétations schématiques. Cependant, si l'on tient compte de la production d'acide hypochloreux HOCl autour de l'anode, dans l'électrolyse avec électrodes en platine, on serait tenté d'adopter la seconde, car elle permet de mieux comprendre la formation de ce corps.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la densité de vapeur de l'acide propionique.* Note de M. A. **Faucon**, présentée par M. H. Le Chatelier.

I. On sait que quelques acides gras normaux ont une densité de vapeur anomale aux environs de leur température d'ébullition; la valeur de la densité de vapeur saturante, trop élevée à ce point, diminue progressivement pour atteindre à une température beaucoup plus élevée la densité de vapeur théorique, donnée par la relation

$$D = \frac{M}{28,95},$$

où D est la densité de vapeur théorique;
M le poids moléculaire du liquide vaporisé;
28,95 le double du rapport de la densité de l'air à celle de l'hydrogène dans le système O = 16.

Afin d'étudier la variation de cette anomalie dans la série homologue nous avons déterminé la diminution de la densité de vapeur de l'acide propionique en fonction de la température.

La méthode employée est celle de Dumas, l'agitation du bain était constante et la flamme réglée de façon que la température à obtenir fût atteinte très lentement, mais sans arrêts.

Comme contrôle nous avons fait une série d'expériences sur l'acide acétique déjà étudié par Cahours ([1]).

Nous avons trouvé :

		Chiffres de Cahours.	
T.	D.	T.	D.
123°	3,27	125°	3,2
167°	2,88	140°	2,9

Pour l'acide propionique, voici le résultat de nos observations :

T.		D.
148°	1°	3,80
	2°	3,75
152	1°	3,60
	2°	3,58
160		3,39
162		2,98

([1]) Cahours, *Comptes rendus*, t. LVI, mai 1863, p. 900.

T.	D.
170°	2,96
180	2,77
190	2,70
210	2,57

La densité de vapeur théorique de $CH^3 - CH^2 - COOH$ est égale à

$$D = \frac{74}{28,95} = 2,55.$$

La molécule de cet acide se dissocie donc graduellement de 140°, sa température d'ébullition, à 210°, pour atteindre au delà sa valeur normale 2,55.

Par extrapolation, ces résultats expérimentaux permettent d'obtenir la densité de vapeur saturante à 140°, valeur égale à 4,0 et le rapport de d', la densité de vapeur expérimentale à la température d'ébullition, à d la densité théorique, est donné par

$$\frac{d'}{d} = \frac{4}{2,55} = 1,56.$$

1,56 est le taux des molécules polymérisées à 140° et, à cette température, la grandeur moléculaire de l'acide proprionique est $(C^3H^6O^2)^{1,56}$.

II. La connaissance de la densité de vapeur saturante à la température d'ébullition nous permet de calculer, d'une façon indirecte, la chaleur de vaporisation de l'acide propionique.

Diverses méthodes ont été proposées dans ce but; toutes peuvent se rattacher aux principes de la Thermodynamique et ne sont autres que l'équation de Clapeyron plus ou moins transformée ou simplifiée.

Par la formule de Clapeyron, nous aurons

$$L = \frac{T}{425}(u' - u)\frac{dp}{dT}. \tag{1}$$

Les données numériques pour l'acide propionique sont :

T, température absolue d'ébullition : $273 + 140 = 413°$;

$\frac{dp}{dT} = 32,1$, calculé à l'aide de la valeur $\frac{df}{dT}$ que nous avons donnée dans une précédente Note [1];

u' est le volume occupé par 1g de vapeur saturante.

---

[1] FAUCON, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 2 mars 1908, p. 470.

Si p est le poids de 1^{cm^3} de vapeur saturante, on aura

$$u' = \frac{1}{p}.$$

Si l'on opère sous la pression normale et à 140°, on a

$$p = \frac{4 \times 0{,}001293}{1 + \alpha 140} = \frac{0{,}005172}{1{,}5138}$$

et

$$u' = \frac{1}{p} = \frac{1{,}5138}{0{,}005172} = 292^{cm^3},68.$$

u est le volume occupé par 1^g d'acide liquide ; ce volume est généralement négligeable vis-à-vis de u' ; si cependant on veut en tenir compte, on aura

$$u = \frac{1}{d},$$

d étant la densité du liquide à la température correspondante.

Nous avons déterminé la densité de l'acide liquide à 130° et, par une variante de la méthode du thermomètre à poids, nous avons déterminé le coefficient de dilatation aux environs de cette température. Nous avons trouvé

$$d_{130} = 0{,}8567$$

et

$$u = \frac{1}{d_{130}} = \frac{1}{0{,}8567} = 1^{cm^3},16 ;$$

le coefficient de dilatation apparente égale 0,00151 ; le coefficient de dilatation absolue devient 0,00153 et

$$u \text{ à } 140^\circ = 1^{cm^3},16 + 1,16 \times 0{,}00153 \times 10^\circ,$$

$$u_{140} = 1^{cm^3},18,$$

$$u' - u = 292{,}68 - 1{,}18 = 291^{cm^3},50.$$

Introduisant ces différentes valeurs numériques en les exprimant en unités C.G.S. dans la formule (1), on aura

$$L = \frac{413^\circ \times 291^{cm^3},5 \times 32{,}1}{42500} = 90^{Cal},9,$$

valeur très voisine de $90^{Cal},43$ que nous avons trouvées par l'expérience directe.

III. Une deuxième formule qui est d'une application rapide dans le cas

où l'on connaît le rapport des densités $\frac{d'}{d}$ est celle donnée par Raoult :

$$L = 1,988 \frac{T^2}{M \frac{d'}{d} f} \frac{df}{dT},$$

où

L est la chaleur de vaporisation ;
1,988, la différence entre les chaleurs spécifiques moléculaires des gaz parfaits à pression constante et à volume constant ;
T^2, le carré de la température absolue d'ébullition ;
M, le poids moléculaire du liquide vaporisé ;
$\frac{d'}{d}$, le rapport des densités expérimentale et théorique ;
f, la pression normale en millimètres ;
$\frac{df}{dT}$, la variation de pression entraînant la variation du point d'ébullition de 1° C.

Les données numériques pour l'acide propionique donneront

$$L = 1,988 \frac{\overline{413}^2}{74 \times 1,56 \times 760} \times 23,61,$$
$$L = 91^{\text{Cal}},2.$$

Cette valeur de L se rapproche autant que possible des valeurs déjà données. La dernière méthode employée a l'avantage de mettre en évidence la nécessité de rapporter, dans les formules de Thermodynamique, les chaleurs mises en jeu à la molécule gazeuse occupant $22^{l},32$. M. H. Le Chatelier [1] avait déjà insisté sur ce point dans son Mémoire sur les équilibres chimiques ; dans le cas de l'acide propionique, la chaleur de vaporisation devra être rapportée à $(C^3H^6O^2)^{1,56}$, masse occupant $22^{l},32$ à 140°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le trichlorophénol* OH (1) Cl (2.4.6) *et sa transformation en quinones chlorées*. Note de M. **E. Léger**, présentée par M. Armand Gautier.

Le meilleur mode de préparation de ce corps est celui indiqué par Chandelon [2]; il consiste à faire réagir sur le phénol une solution d'hypochlorite

(1) H. Le Chatelier, *Recherches sur les équilibres chimiques*, p. 14.
(2) *Soc. chim.*, t. XXXVIII, p. 123.

de sodium. Ce procédé présente quelques inconvénients : 1° l'emploi de solutions étendues d'hypochlorite (160^{cm^3} pour 1^g de phénol) nécessite la mise en œuvre de très grands volumes de liquide; ils deviennent bientôt exagérés si l'on veut obtenir une quantité un peu importante de produit; 2° cette dilution des liqueurs oblige l'opérateur à prolonger quelquefois pendant près de 2 heures la durée de la réaction; 3° aucun indice ne permet de reconnaître quand la réaction est terminée.

Tous ces inconvénients disparaissent si l'on emploie les solutions d'hypochlorite de sodium qu'on trouve actuellement dans le commerce sous le nom d'*eau de Javel concentrée*. Le mode opératoire est le suivant :

10^g de phénol sont dissous dans 20^g d'eau, à chaud, à l'aide de 10^g de lessive des savonniers. La solution est versée dans 400^{cm^3} d'eau de Javel concentrée, renfermant environ 30^l de chlore actif par litre. La solution, placée dans un ballon, est portée sur un bain-marie bouillant. Quand la température du mélange atteint 75° à 80°, celui-ci se trouble. On retire alors du feu et l'on refroidit rapidement. Souvent il arrive qu'à la température de 80° on observe la formation d'un volumineux dépôt d'aiguilles cristallines. On dissout ce produit par addition d'eau et l'on verse dans le liquide froid une quantité suffisante de solution commerciale de bisulfite de sodium ([1]) (densité 1,30) jusqu'à ce que, additionné de HCl, ce liquide ne donne plus un précipité rouge, mais bien un précipité blanc caillebotté. Environ 30^{cm^3} de bisulfite sont nécessaires pour atteindre ce but.

L'excès d'hypochlorite étant ainsi décomposé, on précipite le trichlorophénol par un excès de HCl, on bouche incomplètement le ballon et on le porte à nouveau sur le bain-marie. Le trichlorophénol subit la fusion, puis se rassemble au fond du ballon. Après refroidissement, on le trouve solidifié. Le liquide surnageant renferme des cristaux du même produit qu'on peut recueillir et essorer à la trompe. Le trichlorophénol est finalement purifié par distillation en l'entraînant à l'aide de vapeur d'eau, puis fondu sous l'eau.

Dans cette préparation, il est utile de ne pas exagérer l'excès d'hypochlorite qui devra être employé, ce réactif ayant pour effet d'amener la décomposition du trichlorophénol produit.

On évitera cet inconvénient en déterminant tout d'abord, par les méthodes chlorométriques, la teneur en chlore actif de la solution d'hypochlorite employée.

Les cristaux qui se forment quand on chauffe le mélange d'hypochlorite, de lessive de soude et de phénol sont constitués par la combinaison sodique du trichlorophénol, cette combinaison étant moins soluble dans l'eau alca-

---

([1]) Chandelon employait la liqueur chlorométrique alcaline de Pénot.

line que dans l'eau pure. La présence du chlorure de sodium en quantité importante dans les liqueurs diminue encore, dans une large proportion, cette solubilité. Les deux expériences suivantes démontrent l'exactitude de cette explication :

1° Si, dans 10$^{cm^3}$ d'eau, on dissout 1^g de trichlorophénol à l'aide d'une quantité suffisante de lessive des savonniers, puis qu'on ajoute un très grand excès de la même lessive, on obtient un volumineux dépôt cristallin.

2° Si, après avoir redissous ce dépôt par addition d'eau, on sature la solution avec NaCl, le liquide se prend en une masse d'aiguilles solidifiant tout le produit.

Le trichlorophénol ainsi obtenu fond, après dessiccation sur SO^4H^2, à 66°-67° (corrigé) ([1]).

Quinones chlorées. — Par l'action de NO^3H fumant et bien refroidi sur le trichlorophénol, Faust ([2]) obtint la dichloroquinone 2.6. Le même corps fut obtenu par Chandelon (*loc. cit.*) en opérant à la température du bain-marie mais avec un acide NO^3H moins concentré.

Si l'on ajoute à l'acide NO^3H (densité 1,41) une petite quantité de HCl, ce n'est plus la dichloroquinone qui prend naissance, mais il se forme un mélange de trichloroquinone et de tétrachloroquinone. Ceci s'explique par l'action à la fois chlorurante et oxydante du mélange acide.

Pour transformer le trichlorophénol en quinones chlorées, on introduit 4^g de ce corps dans un ballon avec un mélange de 20$^{cm^3}$ d'acide NO^3H (densité 1,41) et de 6$^{cm^3}$ de HCl pur. Le ballon est porté sur un bain-marie bouillant. Il se dégage des vapeurs nitreuses et, après 5 à 6 minutes, la réaction est terminée. Il s'est formé un dépôt cristallin jaune constitué par un mélange de quinones chlorées. On verse le tout dans un grand volume d'eau. On fait plusieurs opérations semblables et l'on réunit les produits. L'eau achève la précipitation des quinones chlorées; en même temps, on perçoit l'odeur suffocante de la chloropicrine formée comme produit secondaire.

Les deux quinones chlorées sont séparées par cristallisation fractionnée au moyen de l'alcool à 95°.

La séparation ainsi obtenue n'est du reste pas parfaite, ainsi que l'a déjà observé Graebe ([3]). La trichloroquinone, qui reste dans les eaux mères,

---

([1]) Chandelon indique 54°, mais son produit, non distillé, devait retenir des impuretés.

([2]) *Annalen der Chemie*, t. CXLIX, p. 149.

([3]) *Annalen der Chemie*, t. CXLVI, p. 1.

retient toujours un peu de tétrachloroquinone. Inversement, la tétrachloroquinone entraîne toujours, en cristallisant, un peu de trichloroquinone.

Selon Graebe, la trichloroquinone fondrait à 164°-166°. J'ai trouvé un point de ramollissement à 166°, mais la fusion véritable ne s'effectue qu'à 168° (corrigé).

Analyse. — Trouvé : Cl, 50,65; calculé : 50,34.

La tétrachloroquinone obtenue, ou chloranile, présentait toutes les propriétés de ce corps, notamment celle de se volatiliser sans fondre.

Analyse. — Trouvé : Cl, 56,18; calculé : 57,72.

En résumé, l'emploi de NO^3H, seul ou mélangé de HCl, permet de transformer le trichlorophénol soit en dichloroquinone, soit en un mélange de trichloroquinone et de tétrachloroquinone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxyde de styrolène.* Note de MM. **Tiffeneau** et **Fourneau**, présentée par M. A. Haller.

La préparation de cet oxyde, déjà sommairement décrit ici [1], consiste à soumettre à froid, à l'action de la potasse caustique pulvérisée, une solution éthérée de l'iodhydrine du styrolène [2]; après contact suffisant, on sépare par décantation et essorage la liqueur éthérée; après lavage et dessiccation, celle-ci est évaporée; le fractionnement *dans le vide* du résidu fournit, avec un rendement ne dépassant pas 50 pour 100, l'oxyde cherché bouillant vers 82°-86° sous 15^{mm}; on le purifie par une ou plusieurs distillations à la pression ordinaire.

L'oxyde de styrolène bout à 191°-192° (corr.), ou encore vers 84°-85° sous 15^{mm}; $d_0 = 1,0633$, $d_{16°,4} = 1,0523$. Réf. à 16°,4 = 30°,59; R. M. trouvée : 35,61.

Isomérisation par la chaleur. — Chauffé seul en tube scellé au-dessus de son point d'ébullition, l'oxyde de styrolène reste à peu près inaltéré alors que son homologue disubstitué dissymétrique, l'oxyde d'α-méthylstyrolène $(C^6H^5)(CH^3)-C-CH^2$ (C et CH^2 reliés par O), se transforme spontanément, par distillation à la pression ordinaire, en aldéhyde hydratropique. Néanmoins, la transformation de l'oxyde de styrolène en aldéhyde correspondante est, comme celle de son homologue, structuralement nécessaire quoique à

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1595.
(2) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 812.

un moindre degré. En effet, nous avons pu constater que les catalyseurs sont capables de réaliser cette transformation à des températures ne dépassant pas 200°-250°. D'ailleurs, la distillation de l'acide phénylglycidique réalise en définitive le même phénomène, avec cette particularité que la migration de l'hydrogène est favorisée par l'élimination de CO^2.

Isomérisation par les acides. — Les acides dilués à l'ébullition ne transforment pas instantanément l'oxyde de styrolène en aldéhyde phénylacétique; cette transformation est assez lente et l'action de l'acide sulfurique au cinquième à chaud donne comme produit principal l'oxyde diéthylénique correspondant. Ces faits ont permis à l'un de nous ([1]) de montrer que, dans la tranformation du phénylglycol en phénylacétaldéhyde, l'oxyde de styrolène n'est pas le produit intermédiaire.

Hydrogénation. — A une solution éthérée d'oxyde styrolénique placée sur une couche d'eau, on ajoute peu à peu des morceaux de sodium; parmi les produits de la réaction, on a caractérisé l'alcool phényléthylique primaire qui s'est formé en quantité prépondérante (phényluréthane fusible à 81°); parmi les produits de cette réaction qui bouillent au point du méthylphénylcarbinol, il a été impossible de caractériser cet alcool; l'hydrogénation doit donc se formuler

$$C^6H^5-\underset{\diagdown O \diagup}{CH-CH^2} \xrightarrow{H^2} C^6H^5-CH^2-CH^2OH.$$

Action des hydracides. — Les hydracides se combinent à l'oxyde de styrolène avec fort dégagement de chaleur en donnant des halohydrines; avec HI l'iodhydrine obtenue déjà décrite ([2]) par l'un de nous, est solide et cristallise dans l'alcool en longues aiguilles soyeuses, fusibles à 79° : $C^6H^5-CHI-CH^2OH$.

L'acide cyanhydrique anhydre réagit différemment; en tube scellé à froid il fournit la cyanhydrine de l'aldéhyde phénylacétique (nitrile β-lactique) et non le nitrile α-phénylhydracrylique; saturé en solution alcoolique par le gaz chlorhydrique, cette cyanhydrine fournit l'éther phénylhydracrylique mélangé d'éther cinnamique; par saponification à l'eau de baryte, on obtient en effet de grandes quantités d'acide cinnamique, tandis que dans les eaux mères l'acide phényllactique a été caractérisé par sa transformation en phénylacétaldéhyde. Le pentabromure de phosphore transforme l'oxyde en bromure de styrolène.

Action des dérivés organomagnésiens. — L'oxyde de styrolène réagit avec les composés organomagnésiens comme l'aldéhyde correspondante, avec formation d'alcools benzyliques

$$C^6H^5-\underset{\diagdown O \diagup}{CH-CH^2} \xrightarrow{RMgX} C^6H^5-CH^2-CHOH-R,$$

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. X, p. 324, en note.

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. X, p. 348.

et non normalement, comme nous l'avions précédemment cru (1), avec formation d'alcools $C^6H^5 - CHOH - CH^2 - R$, ainsi que cela se passe avec les oxydes analogues, oxyde de propylène (2) et épichlorhydrine (3). On a ainsi obtenu avec les bromures de méthyl- et d'éthylmagnésium le méthylbenzylcarbinol (phényluréthane fusible à 92°) et l'éthylbenzylcarbinol (semicarbazone de l'éthylbenzylcétone fusible à 153°).

Action des amines. — Chauffé en tube scellé avec une solution benzénique de diméthylamine, l'oxyde de styrolène fournit quantitativement l'aminoalcool correspondant $C^6H^5 - CHOH - CH^2N\begin{matrix} \diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3 \end{matrix}$; comme l'a déjà fait observer Krassousky (4), il est très vraisemblable que, dans l'action des amines sur les halohydrines, il y ait formation intermédiaire d'oxyde éthylénique; nous n'avons pas encore pu déterminer si la réaction s'effectue intégralement par ce terme intermédiaire parce que les halohydrines

$$C^6H^5 - CHOH - CH^2X$$

et l'oxyde de styrolène agissent dans le même sens; nos essais avec l'iodhydrine

$$C^6H^5 - CHI - CH^2OH$$

ne sont pas encore terminés.

En résumé, dans toutes ces réactions, tantôt l'oxyde de styrolène se comporte normalement en additionnant symétriquement les composés binaires et en ouvrant sa liaison oxydique dans le sens suivant :

$$C^6H^5 - \underset{|}{CH} - CH^2 - O -,$$

tantôt au contraire il se comporte comme l'aldéhyde phénylacétique isomère $C^6H^5 - CH^2 - CHO$, sans qu'il soit possible de décider si cette aldéhyde se forme intermédiairement, ou si, dès la migration de l'hydrogène, le composé binaire s'additionne avant que cette aldéhyde se soit formée, c'est-à-dire sur le reste $C^6H^5 - CH^2 - CH\begin{matrix} \diagup O - \\ \diagdown \end{matrix}$.

On sait que des faits analogues ont été signalés dans l'action des dérivés organomagnésiens sur les oxydes d'éthylène disubstitués symétriques (5) et dissymétriques (6).

(1) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 439.

(2) HENRY, *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 453.

(3) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. I, p. 1227.

(4) KRASSOUSKY, *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 236.

(5) HENRY, *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 406.

(6) FOURNEAU et TIFFENEAU, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXIII, p. 741.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les cétones-alcools β-αα-dialcoylées. Migration sous l'influence des alcalis.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **I. Herman**, présentée par M. Haller.

Dans la dernière Note que nous avons présentée sur ce sujet, nous avons montré que l'action des alcalis sur l'oxypseudobutyléthylcétone fournit une cétone éthylénique en C^7. Pour diverses raisons que nous avons exposées, nous avons supposé que cette cétone non saturée devait répondre à la constitution de la méthovinylisopropylcétone, et nous avons cherché à préparer ce dernier corps synthétiquement. Nous y sommes parvenus en utilisant la série des réactions suivantes, basée sur la méthode de synthèse des cétones non saturées que l'un de nous a publiée précédemment, en collaboration avec M. Maire :

$$CH^3-CHBr-CO^2C^2H^5 + CH^2O + Zn \rightarrow \begin{matrix} CH^3 \\ CH^2OH \end{matrix}\!\!>CH-CO^2C^2H^5$$

$$\rightarrow CH^3-CO-O-\begin{matrix} CH^3 \\ CH^2 \end{matrix}\!\!>CH-CO^2H$$

$$\rightarrow CH^3-CO-O-\begin{matrix} CH^3 \\ CH^2 \end{matrix}\!\!>CH-COCl + \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH-Zn-I$$

$$\rightarrow CH^3-CO-O-\begin{matrix} CH^3 \\ CH^2 \end{matrix}\!\!>CH-CO-CH<\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} CH^3 \\ CH^2 \end{matrix}\!\!>C-CO-CH<\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}.$$

La cétone non saturée obtenue dans ces conditions bout à 55°-56°, sous 60^{mm}; elle donne une semicarbazone fondant à 90°,5 et une *p*-nitrophénylhydrazone qui fond à 89°. Ces constantes sont précisément celles de la cétone non saturée obtenue par action des alcalis sur l'oxypseudobutyléthylcétone et de ses dérivés. Les deux cétones sont donc identiques. Ce fait étant établi, il reste à expliquer la formation de la méthovinylisopropylcétone à partir de la cétone-alcool. On peut supposer, d'abord, que la cétone non saturée prend naissance par dédoublement de l'oxypseudobutyléthylcétone en aldéhyde formique et éthylisopropylcétone, puis condensation de l'aldéhyde avec cette cétone et, enfin, déshydratation de la cétone-alcool formée :

$$CH^2OH-C(CH^3)^2-CO-CH^2-CH^3 \rightarrow CH^2O + (CH^3)^2CH-CO-CH^2-CH^3$$

$$\rightarrow (CH^3)^2CH-CO-CH<\begin{matrix} CH^3 \\ CH^2OH \end{matrix} \rightarrow (CH^3)^2CH-CO-C\!\!<\!\!\begin{matrix} CH^3 \\ CH^2 \end{matrix}.$$

Nous avons cherché à soumettre cette hypothèse à une vérification expérimentale, en essayant de condenser l'éthylisopropylcétone avec l'aldéhyde formique en milieu alcalin. Or, dans aucun cas, nous n'avons pu isoler la moindre trace d'un produit de condensation, quelles que fussent les conditions opératoires. D'autre part, on sait que, lorsqu'il y a condensation de l'aldéhyde formique avec un composé cétonique, la fonction cétone se trouve en même temps réduite, ce qui conduit finalement à un polyalcool. Pour toutes ces raisons, il semble impossible d'admettre que la formation de la méthovinylisopropylcétone soit due à une réaction secondaire et l'on doit l'attribuer à une transposition moléculaire. Cette transposition peut elle-même se présenter des deux manières suivantes :

$$\text{I.}\left\{\begin{array}{l} CH^2OH - C(CH^3)^2 - CO - CH^2 - CH^3 \rightarrow (CH^3)^2CH - CO - CH\begin{array}{l}\diagup CH^3 \\ \diagdown CH^2OH\end{array} \\ \qquad\qquad\qquad\qquad \rightarrow (CH^3)^2CH - CO - C\begin{array}{l}\diagup CH^3 \\ \diagdown\!\!\diagdown CH^2\end{array}. \end{array}\right.$$

$$\text{II.}\left\{\begin{array}{l} CH^2OH - C(CH^3)^2 - CO - CH^2 - CH^3 \rightarrow\; > CH - \underset{\underset{CH^3}{|}}{\overset{\overset{CH^3}{|}}{C}} - CO - \underset{\underset{H}{|}}{CH} - CH^3 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad \rightarrow \begin{array}{l} CH^3 \diagdown \\ CH^2 \diagup\!\!\diagup \end{array} C - CO - CH(CH^3)^2. \end{array}\right.$$

D'après le premier de ces schémas, il y aurait d'abord migration du groupement fonctionnel alcoolique, puis déshydratation de la cétone-alcool formée. D'après le second, qui est conforme aux vues émises par M. Tiffeneau, il y aurait déshydratation, puis migration d'un méthyle. Cette dernière hypothèse nous semble peu probable, dans le cas particulier. Il est, en effet, difficile d'admettre que la potasse à 10 pour 100 puisse se comporter comme agent de déshydratation et, d'ailleurs, s'il en est ainsi, l'action de l'anhydride phosphorique sur la cétone-alcool primitive devra fournir également de la méthovinylisopropylcétone, ce que nous nous proposons de vérifier. Dans le cas contraire, il y aurait lieu d'admettre une migration du groupement fonctionnel alcoolique, migration analogue à celle du carboxyle, que l'un de nous a mise en évidence antérieurement, en collaboration avec M. Courot, mais reposant, cependant, sur un mécanisme tout différent.

Outre la méthovinylisopropylcétone et son polymère, l'action de la

potasse sur l'oxypseudobutyléthylcétone donne, comme nous l'avons indiqué, une petite quantité d'un corps bouillant à 62°-63° sous 15mm. L'analyse montre que ce corps est un isomère de la cétone-alcool primitive. Il renferme, en outre, les fonctions alcool et cétone, car il donne une phényluréthane et une *p*-nitrophénylhydrazone. Enfin, il se déshydrate très aisément par action de l'acide sulfurique à 50 pour 100, en fournissant une cétone non saturée identique à la méthovinylisopropylcétone. De ces faits on peut conclure que la constitution de ce composé doit être la suivante :

$$(CH^3)^2CH - CO - C(CH^3)^2 - OH,$$

et qu'il prend naissance par hydratation de la cétone non saturée. Nous nous proposons, d'ailleurs, de vérifier cette constitution par synthèse.

MINÉRALOGIE. — *Paramètres magmatiques des séries du volcan Monte Ferru* (*Sardaigne*). Note de M. **Deprat**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans une Note précédente j'ai fait voir la continuité bien nette reliant les différents groupes volcaniques du nord-ouest de la Sardaigne. Le Monte Ferru, qui mérite d'être examiné à part, étant donnée son importance considérable, offre cette même continuité d'une façon plus nette encore peut-être.

Avec Dannenberg (1) j'y distingue trois phases :

I. La première phase, où le centre éruptif du monte Ferru s'est comporté comme un cumulo-volcan, offre un dôme trachytique énorme avec coulées très rares et peu étendues sur la partie de la périphérie non recouverte par les basaltes; il est probable pourtant que, sous le manteau continu des basaltes de la deuxième phase, il y a d'importantes coulées trachytiques, car au Monte Muradu, près de Macomer, apparaît, sous le basalte de l'Altipiano de Campeda, une falaise de trachyte identique à celui de Sennariolo. La masse principale du dôme est formée : 1° de *trachytes porphyroïdes à augite* faiblement œgyrinique, avec peu de *biotite* et de la *hornblende sodique;* 2° viennent ensuite des *trachytes* à habitus phonolitique où apparaît

(1) Dannenberg, *Der Vulkanberg Monte Ferru in Sardinien* (*Neu. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal.,* B. XXI, 1905).

peu de *néphéline* et rarement de la *noséane*, et où le pyroxène est de l'œgyrine; 3° enfin des *phonolites* bien franches, à composition très constante, à *néphéline* en phéno-cristaux et en microlites, avec de la *noséane* abondante au premier temps, en filons et coulées restreintes. L'ensemble forme une série parfaitement continue :

Moyenne de 3 analyses (¹).	1° $\Phi = 2,1$	alcalino-syénitique,	$r = 1,1$	mégapotassique,
	$c' = 0,14$	mésoalumineux,	$\Psi = 3,0$	ferromagnésien;
	2° $\Phi = 2,0$	alcalino-syénitique,	$r = 2,30$	mégapotassique,
	$n' =$	œgyrinique,	$\Psi = 5,1$	ferrique;
	3° $\Phi = 1,0$	éléolithique,	$r = 0,72$	mésopotassique,
	$n' =$	œgyrinique,	$\Psi = 1,7$	ferrique.

La première phase du Ferru se termine par une série de roches aberrantes, *trachytes augitiques micacés*, parfois très riches en *olivine* (Rocca sa tiria, Rocca sa turra, route de Cuglieri à Santa Lussurgui).

Moyenne de 3 analyses.	$\Phi = 2,1$	alcalino-syénitique,	$r = 1,19$	mégapotassique,
	$c = 0,10$	mésoalumineux,	$\Psi = 1,0$	magnésien.

II. La deuxième phase est caractérisée par des émissions basaltiques d'une importance considérable :

1° Les *basaltes andésitiques*, pauvres en pyroxène et riches en *olivine*, qui couronnent les sommets du dôme trachytique (Monte Urticu, Rocca sa fazzada, Araucola), et qu'on observe aussi en filons avec structure diabasique (sous Sos Ojos, Monte Entu) :

Moyenne de 2 analyses.	$\Phi = 2,5$	syénitique,	$r = 0,19$	persodique,
	$c' = 0,07$	mésoalumineux,	$\Psi = 0,7$	magnésien.

D'autres *basaltes*, comme le piton de Monte Commida, qui semblent un peu postérieurs, offrent une valeur de r et de c' un peu différente :

$\Phi = 2,8$	syénitique,	$r = 0,32$	mégasodique,
$c' = 0,14$	microalumineux,	$\Psi = 1,0$	magnésien.

(¹) Doelter, *Die Producte des Vulcans Monte Ferru* (*Densksch. d. Math. Nat. d. Kais. Acad. d. Wiss.*, B. XXXIX, Vienne, 1878).

L'immense manteau extérieur conique qui recouvre le pourtour du dôme offre :

$\Phi = 2,6$ syénitique, $r = 0,19$ persodique,
$c' = 0,09$ microalumineux, $\Psi = 2,6$ magnésien.

Les éruptions du Ferru se sont terminées par deux types volcaniques très différents des séries précédentes et également différents entre eux. Le premier est formé par la *leucittéphrite* de Scanu, de Ghizo, etc., magma de *leucite*, *labrador*, *augite* et *péridot* enveloppant des phéno-cristaux de grande taille d'*augite*, d'*olivine* et de *biotite* :

$\Phi = 1,9$ leucitique, $r = 3,0$ perpotassique,
$c' = 0,13$ microalumineux, $\Psi = 2,5$ magnésien.

Ce magma, voisin de la série vésuvienne par sa fumerolle, s'en écarte par sa scorie magnésienne et non ferrique due à l'abondance de l'olivine; l'ensemble se rapprocherait, semble-t-il, de la kamerunase des auteurs américains.

Enfin, un type un peu plus acide termine les éruptions du Ferru; c'est la roche vitreuse de Sos Molinos, n'offrant au premier temps que de l'*augite*, montrant la structure en sablier, et de la *biotite* extrêmement abondante :

$\Phi = 2,4$ syénitique, $r = 0,64$ mésopotassique,
$c' = 0,00$ méga-alumineux, $\Psi = 1,7$ magnésien.

BOTANIQUE. — *Recherches sur le développement du* Glœosporium nervisequum. Note de M. A. **Guilliermond**, présentée par M. G. Bonnier.

Nous avons essayé dès le mois de juillet 1906 de cultiver le *Glœosporium nervisequum*. Les ensemencements sur bouillon de platane gélosé nous donnèrent une moisissure qui paraissait correspondre au *Glœosporium nervisequum*, mais en même temps plusieurs autres Champignons, notamment deux levures dont l'une appartenait à un *Dematium*. Les vacances nous obligèrent à suspendre nos cultures et nous n'avons pu isoler le *Glœosporium*. Grâce à la complaisance de M. le professeur Klebahn, nous avons pu disposer l'été dernier de cultures pures de *Glœosporium nervisequum*.

Cultivé sur bouillon de platane gélosé, en boîte de Petri, le *Glœosporium nervisequum* se présente microscopiquement avec l'aspect caractéristique

décrit par Klebahn et plus tard par Viala et Pacottet. Il se cultive très facilement sur les milieux les plus divers. Il donne un développement puissant sur tranches de pomme de terre et surtout sur tranches de carotte. Le mycélium prend l'aspect d'une tache sphérique dont la partie centrale produit bientôt des formations sclérotiques donnant naissance d'abord à des houppes conidifères, puis à d'innombrables conceptacles tachetant le mycélium de petits nodules brun foncé extrêmement resserrés et donnant à la culture une teinte noire uniforme.

Un fait presque constant dans tous les milieux où l'on cultive le *Glœosporium* est la présence simultanée, déjà signalée par Klebahn, de deux catégories de conidies, les unes grosses, les autres environ moitié petites. Les premières sont les plus nombreuses et apparaissent surtout au début de la végétation, les secondes à la fin. En outre, les conidies sont toujours de formes, de dimensions et de structures assez mal déterminées, susceptibles de varier suivant le milieu.

L'objet de notre étude a été surtout d'essayer d'opérer une transformation du mycélium en forme de levures. On sait, en effet, que Viala et Pacottet ont observé, dans les milieux surchargés en sucre, une dissociation du mycélium et l'apparition de formes, levures typiques, capables de produire la fermentation alcoolique et donner des endospores analogues à celles des véritables *Saccharomyces*. Les observations de ces auteurs semblaient jeter un jour nouveau sur le problème de l'origine des levures, et il était donc important de les vérifier.

Le *Glœosporium nervisequum* se comporte d'une manière très différente dans les milieux sucrés, suivant qu'il végète en culture liquide ou sur un substratum solide.

Dans les milieux liquides sucrés (liquides de Hansen, de Nægeli n° 3; solutions de glucose à 2,5 pour 100 ou 5 pour 100; bouillons de cerise, de haricot, de courge, de riz, de carotte, de raisin, de touraillon, additionnés de glucose à 2,5 pour 100, 5 pour 100 ou 10 pour 100), il apparaît d'abord sous forme de petites boules au fond des vases où on le cultive. Dans la suite les petites boules se soudent et forment un flocon blanchâtre, presque toujours immergé dans le liquide. Ordinairement le développement s'effectue plus lentement que dans les milieux solides et souvent le mycélium reste stérile. On n'observe de voile qu'au bout de 8 à 10 jours et seulement dans certains milieux les plus favorables. En ce cas, il se produit des fructifications : conidies naissant aux dépens du mycélium ou dans les conceptacles.

Généralement le mycélium est très ramifié, à cloisons espacées, à filaments minces, presque toujours stérile; dans quelques cas cependant, les filaments sont énormes et à cloisons très rares (liquide de Hansen, bouillons de touraillon et de courge).

Le *Glœosporium nervisequum* ne végète pas dans les milieux qui ne renferment que du saccharose. Il ne se développe pas non plus dans le liquide de Raulin.

La végétation sur milieux sucrés solides est toute différente. Elle est caractérisée par un mycélium à cloisons très rapprochées et par la production d'une extrême abondance de conidies. Sur bouillons de haricot, de riz, de courge, de touraillon, lait, additionnés de glucose à diverses concentrations, 2,5 pour 100, 5 pour 100, 10 pour 100, la culture prend dès les premiers jours son aspect sphérique caractéristique avec zones alternativement claires et foncées. Les zones foncées ont une couleur olive pâle et sont constituées d'un mycélium cutinisé d'où dérivent des houppes conidifères donnant naissance d'abord à une grande quantité de grosses conidies, puis plus tard à quelques petites. Un peu après, on y observe la production d'un grand nombre de conceptacles.

Les cultures sur bouillon de pruneau, à 2,5 pour 100, 5 pour 100 et 10 pour 100 de glucose offrent un aspect très caractéristique. Le mycélium est composé d'articles excessivement courts, renflés avec parfois tendance au cloisonnement suivant deux directions perpendiculaires aboutissant à des formations massives formées de plusieurs cellules rondes. Les hyphes fructifères sont nombreuses et extrêmement cloisonnées : chaque article donne naissance à une ou plusieurs basides très courtes fournissant une série de conidies. Les grosses conidies sont rares; les petites sont de beaucoup les plus fréquentes. Plus tard on observe la production d'un très grand nombre de conceptacles.

Depuis 8 mois que nous cultivons le *Glœosporium nervisequum,* dans les milieux les plus variés, nous n'avons jamais constaté dans aucune culture la production des chlamydospores ou des kystes endosporés décrits par Viala et Pacottet.

Par contre, on observe dans un très grand nombre de milieux, vers la fin du développement, des formations très curieuses d'*accroissements perforants.* Certains articles du mycélium se gonflent démesurément, forment d'énormes cellules sphériques, sortes de kystes dont les parois s'épaississent et souvent se cutinisent. Le contenu devient granuleux, se rétracte sous

forme de boules au milieu de la cellule, puis prend une couleur brunâtre et finit par dégénérer. Les vieux kystes se vident complètement et leurs parois arrivent à se déchirer. Mais souvent, avant leur dégénérescence, les filaments dans lesquels ces kystes sont intercalés perforent leur membrane, pénètrent dans leur intérieur et s'y ramifient. Souvent même ils forment, à l'intérieur des kystes, des renflements sphériques qui, parfois au nombre de quatre, donnent l'impression de kystes endosporés. Il serait possible que ces formes correspondent aux kystes endosporés de Viala et Pacottet.

Dans aucun cas nous n'avons pu constater la moindre trace de formes levures dans les milieux sucrés où Viala et Pacottet ont observé la transformation du *Glœosporium* en levures et même après un grand nombre d'ensemencements successifs. Les observations de ces auteurs ne peuvent donc être attribuées qu'à des impuretés de cultures. Nous ferons remarquer d'ailleurs que diverses espèces de levures paraissent exister en grande abondance sur les feuilles de la plupart des arbres. Nous avons déjà mentionné la présence de plusieurs de ces levures dans nos premiers essais de cultures du *Glœosporium nervisequum*.

Récemment, nous sommes parvenus à isoler le *Glœosporium citri* des feuilles de citronnier. Nos premières cultures renfermaient une levure qui se développait simultanément avec ce Champignon. Il est donc facile de comprendre qu'une levure ait pu se mêler aux cultures de Viala et Pacottet et déterminer leur erreur.

Quoi qu'il en soit, nous devons conclure que rien dans le cycle évolutif du *Glœosporium nervisequum* n'est de nature à éclairer le problème de l'origine des levures. L'autonomie des levures paraît d'ailleurs suffisamment démontrée par la découverte de la conjugaison de ces organismes. Nous avons exposé si souvent ces idées qu'il n'est pas nécessaire d'y revenir ici.

ANTHROPOLOGIE. — *La race de Lagoa Santa chez les populations précolombiennes de l'Équateur.* Note de M. **Rivet**, présentée par M. Edmond Perrier.

La race de Lagoa Santa est représentée actuellement par seize crânes trouvés par Lund en 1843, dans des cavernes de la province de Minas-Geräes (Brésil) et par un crâne découvert par Roth en 1881, dans la même région, à Fontezuelas (ou Pontimelo). L'âge géologique de ces ossements a été très discuté, mais tout le monde s'accorde à leur attribuer une très haute antiquité.

D'après les mensurations de Lacerda et Peixoto [1], de Sören Hansen [2] et de Lehmann-Nitsche [3], les principales caractéristiques de cette race sont les suivantes :

Capacité cranienne.	Indices céphalique.	vertical.	transverso-vertical.	facial supérieur.	nasal.	orbitaire.	frontal.	Taille.
1388	70,7	74,3	104,7	47,0	50,7	86,4	71,7	1m,57

Faible capacité cranienne, hypsidolichocéphalie, mésorhinie, microsémie faciale, tels sont les traits primordiaux de l'homme de Lagoa Santa.

Lacerda et Peixoto, puis de Quatrefages [4] ont établi que cette race représentait la population primitive du Brésil et que les Botocudos en sont les descendants actuels métissés, opinion que les travaux ultérieurs de Rey [5] et d'Ehrenreich [6] ont pleinement confirmée. De Quatrefages émit, en outre, l'hypothèse que cette race avait étendu son action, en dehors du Brésil, peut-être sur la plus grande partie de l'Amérique du Sud, mais certainement sur le Pérou et la Bolivie. Verneau [7] apporta un puissant argument en faveur de cette hypothèse, en montrant la parenté des Tehuelches de Patagonie et de l'ancienne race brésilienne. Botocudos et Tehuelches sont incontestablement le résultat du croisement de celle-ci avec des populations diverses : ils rappellent le type primitif, mais ne le réalisent pas dans toute sa pureté.

Les crânes qui font l'objet de cette Communication présentent, au contraire, une ressemblance parfaite avec ceux de Lagoa Santa. Je les ai recueillis, au cours de mes recherches en Équateur, dans des abris sous roches, au lieu dit *Paltacalo*, non loin de la rive gauche du fleuve Jubones, qui, issu de la Cordillère, se jette dans le Pacifique au sud de Guayaquil. Ces abris m'ont fourni 138 crânes précolombiens, dont 37 présentent une déformation artificielle plus ou moins accusée. Sur les 101 crânes normaux que j'ai étudiés au Laboratoire d'anthropologie du Muséum d'Histoire naturelle, sous la direction de M. le professeur Hamy et de M. le Dr Verneau,

---

(1) Lacerda Filho et Rodrigues Peixoto, *Contribuições para o estudio anthropologico das raças indigenas de Brazil* (*Archivos do Museu nacional de Rio de Janeiro*, Vol. I, 1876, p. 47-75).

(2) Sören Hansen, *Lagoa Santa Racen* (*Emuseo Lundii*, t. I, 5. Copenhague, 1888).

(3) Lehmann-Nitsche, *Nouvelles recherches sur la formation pampéenne et l'homme fossile de la République Argentine*, Buenos-Aires, 1907, p. 319.

(4) De Quatrefages, *L'homme fossile de Lagoa Santa au Brésil et ses descendants actuels* (*Congrès anthropologique de Moscou*, 1879).

(5) Rey, *Étude anthropologique sur les Botocudos*, Thèse de Paris, 1880.

(6) Ehrenreich, *Ueber die Botocudos* (*Zeitschrift für Ethnologie*, t. XIX, 1887, p. 1-46 et 49-82).

(7) Verneau, *Les anciens Patagons*. Imprimerie de Monaco, 1903.

16, soit 15,8 pour 100, reproduisent exactement les caractères essentiels de la race de Lagoa Santa : 11 sont masculins, 3 féminins, 2 appartiennent à des sujets jeunes. Les indices calculés et les mensurations principales pour chacun de ces trois groupes sont les suivants :

		Indices							
	Capacité.	céphalique.	vertical.	transverso-vertical.	facial supérieur.	nasal.	orbitaire.	frontal.	Taille.
♂......	1431	71,43	73,97	103,54	47,89	51,48	85,39	72,15	1m,573
♀......	1247	69,96	74,11	106,17	52,03	50,04	89,37	74,11	1m,453
Enfants .	1377	71,55	72,95	101,97	49,58	51,11	87,52	70,27	»

La concordance de ces chiffres avec ceux que fournissent les crânes de Lagoa Santa est frappante, surtout si la comparaison porte sur le groupe le plus important, c'est-à-dire le groupe masculin : en effet, les indices céphalique, vertical, facial supérieur, nasal et frontal ne diffèrent pas d'une unité; l'indice orbitaire est, dans notre série, plus petit d'une unité et l'indice transverso-vertical de 1,2; ces différences sont inférieures de beaucoup à celles qu'on observe entre les crânes qui forment le groupe, pourtant remarquablement homogène, de Lagoa Santa.

Pour la série féminine, les différences ne sont pas plus considérables, sauf pour l'indice frontal (supérieur de 3,4), pour l'indice orbitaire (supérieur de 2,97) et pour l'indice facial (supérieur de 5,03). Ces divergences peuvent dépendre tout d'abord de ce fait que, d'une façon générale, les caractères anatomiques sont moins fixés et moins accentués chez la femme que chez l'homme; elles peuvent être également dues à des variations sexuelles que nous ne pouvons retrouver dans le groupe de Lagoa Santa pour lequel la séparation par sexe n'a pu malheureusement être faite; enfin, elles proviennent certainement aussi de l'insuffisance de notre série féminine de Paltacalo qui ne comporte que trois individus; encore faut-il ajouter que, par suite de la détérioration de deux crânes, l'indice facial n'a pu être calculé que sur un seul exemplaire.

L'aspect général des crânes ne diffère pas plus que les indices; les courbes sont identiques tant dans leur forme que dans leur longueur, et parfois cette concordance va jusqu'à l'identité.

La taille est exactement semblable, mais il ne faut pas s'exagérer l'importance de cette identité. En effet, la taille de la population de Paltacalo a été reconstituée à l'aide de tous les os longs trouvés dans les abris, parmi lesquels il a été naturellement impossible de séparer ceux qui appartenaient

aux crânes que je viens d'étudier. Aussi faut-il se borner à constater que, du fait de la taille, il n'y a pas entre l'ancienne race équatorienne et l'ancienne race brésilienne de différence essentielle.

L'âge des crânes de Paltacalo n'est pas déterminé; seul, l'aspect des poteries trouvées à côté des ossements permet de supposer que les hommes qui les fabriquaient était loin d'avoir atteint le degré de civilisation des autres populations précolombiennes de la vallée interandine.

Il est probable que les abris que j'ai fouillés dans les régions voisines de Paltacalo apporteront de nouvelles preuves de l'existence de la race de Lagoa Santa en Équateur. Je me propose également de rechercher si elle n'a pas laissé de survivances parmi les Indiens actuels.

Mais, dès maintenant, il me semble prouvé que la race brésilienne primitive a eu des représentants, en Équateur le long du Pacifique, nouvel argument capital en faveur de l'existence d'une race *paléaméricaine*, substratum ethnique de toute la population indigène de l'Amérique du Sud, modifié ou absorbé, suivant les régions, du fait de croisements avec d'autres races dont l'avenir révélera, sans doute, les caractères essentiels.

ZOOLOGIE. — *Sur les Synalphées américaines.* Note de M. **Coutière**, présentée par M. Bouvier.

Il a été décrit sept espèces américaines du genre *Synalpheus*. Les collections dont j'ai disposé m'ont permis d'identifier quatre d'entre elles seulement, et de faire connaître, en revanche, quarante-une formes nouvelles. Ce résultat donne au genre une ampleur insoupçonnée; il permet d'intéressantes comparaisons entre les formes américaines et indo-pacifiques, ces dernières au nombre de cinquante au moins, dont plusieurs encore inédites.

Vingt-une de ces formes américaines, qui ont reçu une appellation trinominale, se groupent autour de treize espèces, dont certaines comptent jusqu'à quatre de ces formes satellites. D'ordinaire séparées géographiquement des spécimens regardés comme typiques, peut-être simples races locales, ces formes sont plus probablement de valeur spécifique réelle, bien qu'elles soient visiblement moins distantes de l'espèce type que celle-ci de telle ou telle autre. Elles rappellent les *petites espèces* des botanistes.

J'ai dû diviser le genre *Synalpheus* en six groupes de formes affines, séparables eux-mêmes à la façon d'espèces très distantes, et ce, par des convergences de plus en plus marquées vers les *Reptantia*. Je laisserai ici de côté le groupe exclusivement australien *comatularum*.

Le groupe *Paulsoni* a pour point de départ des formes à carpocérite court, à rostre grêle, aux griffes des dactyles effilées et semblables. A partir de là (1) trois directions évolutives sont indiquées : par le carpocérite, tantôt allongé et grêle (2), tantôt allongé mais ovoïde (3), ou par la forme plus massive de tous les appendices, y compris le carpocérite qui reste court (4). Dans chacune, les modes suivant lesquels se sont différenciées les espèces sont peu nombreux, toujours les mêmes : on peut prévoir l'existence de formes qui, semblables à telle autre par ailleurs, en différeront par tel détail en plus ou en moins; cette sorte de règle s'appliquant à chaque groupe.

Les formes *Paulsoni* indo-pacifiques et américaines montrent un parallélisme si étroit, que plusieurs d'entre elles seraient certainement considérées comme de simples races, si leur provenance n'était pas connue. Toutefois, les formes les plus primitives, des catégories 1 et 4, sont surtout indo-pacifiques; celles de la catégorie 3, surtout des deux versants américains.

Le groupe *brevicarpus* est, peut-on dire, un facies exclusivement américain du précédent, dont il ne diffère guère que par la disparition d'un caractère primitif, la cloison inférieure médiane du rostre, lequel est devenu court et large. Ce petit groupe est comme l'un des termes de l'évolution du genre *Synalpheus*.

Le groupe *neomeris* est étroitement relié au groupe *Paulsoni*, mais les griffes des dactyles ont une forme moins indifférente : la ventrale devient prépondérante et une troisième saillie épineuse postérieure s'y adjoint fréquemment.

16 formes *neomeris* sur 22 sont indo-pacifiques, parmi lesquelles celles dont les méropodites portent une série d'épines. Là encore, le parallélisme entre les espèces propres aux deux régions est extrêmement étroit. Le *S. Hemphilli oxyceros* américain diffère du *S. Nilandensis oxyceros* des Maldives à peu près uniquement par l'absence des épines mérales. Bien plus, et par une anomalie très remarquable, l'un des spécimens américains porte une épine sur l'un de ses méropodites. Dans l'une et l'autre région aussi, il existe une forme dont les appendices sont courts et massifs, mode de différenciation usuel chez les Synalphées.

Le groupe *biunguiculatus*, relié également au groupe *Paulsoni* par quelques rares formes, s'en éloigne très vite : les épines frontales deviennent obtuses, l'écaille antennaire a tendance à se réduire, les dactyles se raccourcissent; il existe des brosses de soies sériées (appareils de nettoiement?) sur la deuxième paire et parfois, très rudimentaires, sur le doigt de la petite pince de la première paire.

Le groupe *lævimanus* enfin est la suite naturelle du précédent, dont il pousse à l'extrême les tendances : l'écaille antennaire se réduit à une épine, que double l'épine également très forte du basicérite. L'appareil de nettoiement est transporté sur la petite pince de la première paire, mais avec un tel développement (vingt à trente séries de longues soies dressées) et une telle uniformité qu'il devient le trait le plus visible des formes *lævimanus*. Aucun autre groupe ne donne avec autant de force l'impression d'être sorti de quelques rares espèces, dont les caractères très instables se seraient regroupés comme au hasard d'une combinaison de lettres.

Or, tandis que les formes *biunguiculatus* (huit seulement) sont exclusivement indo-pacifiques, les formes *lævimanus* sont au nombre d'une vingtaine sur les deux versants américains, où quelques-unes pullulent. Une seule espèce est méditerranéenne, une seule (encore inédite) est de l'Océan Indien.

De même que le groupe *brevicarpus*, et d'une façon bien plus marquée, le groupe *lœvimanus* est l'un des termes de l'évolution du genre *Synalpheus*. Il est à remarquer que l'un et l'autre sont surtout américains et renferment le plus grand nombre d'espèces à gros œufs, donnant des larves mysis. Chez les Caridines, M. Bouvier a signalé une semblable relation entre les formes les plus évoluées et la taille des œufs.

Les Synalphées sont des Crustacés très sédentaires, vivant par couples dans les Madrépores ou les Éponges. Même en tenant compte d'une dispersion possible pendant la courte vie larvaire, des espèces que séparent le Pacifique et l'Océan Indien actuels sont certainement isolées de la façon la plus rigoureuse. De sorte que des séries de formes indo-pacifiques et américaines, si remarquablement parallèles, ne peuvent guère s'expliquer que par l'existence d'espèces communes, à très vaste distribution antérieure, dont les variations locales, suivant des modes locaux, se seraient traduites par les espèces actuelles et leurs formes satellites.

Ainsi, une série d'ondes de deuxième ordre naissant sur le pourtour d'une onde première à très grand rayon, d'ondes de troisième ordre naissant sur les secondes. Les dernières ont-elles une faible amplitude, ce sont les formes satellites qui se groupent autour de certaines espèces. Mais elles peuvent s'élargir au point de constituer de nouveaux champs de différenciation. Tel le groupe *brevicarpus*, aspect exclusivement américain du groupe *Paulsoni* avec lequel il coexiste toutefois; tel surtout le groupe *lœvimanus*, bien plus typique, puisqu'il se substitue totalement en Amérique au groupe *biunguiculatus* dont il est si visiblement issu.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique du littoral de la frontière algéro-marocaine.* Note de M. **Louis Gentil**, présentée par M. Michel Lévy.

La région littorale de la province d'Oran offre, depuis la frontière de l'Oued Kiss jusqu'à la capitale de l'Oranie, une série d'affleurements liasiques qui jouent un rôle orographique important dans les chaînes ou les massifs qui bordent la côte méditerranéenne.

J'ai montré récemment qu'il fallait voir dans ces dépôts la partie supérieure du Lias moyen (Domérien) et le Lias supérieur (Toarcien, très probablement surmonté de l'Aalénien). Je me propose, dans cette Note, d'appeler l'attention sur la situation le plus souvent anormale de ces dépôts secondaires.

J'ai démontré, dès l'année 1902 [1], qu'il fallait considérer les calcaires du Djebel Tadjera, et les autres affleurements liasiques échelonnés dans le massif des Traras, le long de la côte, comme des lambeaux d'un pli couché reposant sur les dépôts du Miocène inférieur et enraciné au cap Noé. La même année, j'indiquais, à la suite de nouvelles recherches, qu'il fallait considérer les lambeaux du Lias situés plus à l'Ouest, jusqu'aux abords de la petite ville de Nemours, comme faisant partie du même accident tectonique [2].

Mes récentes recherches dans la région frontière algéro-marocaine m'ont amené à étendre mes études en Algérie, entre Nemours et les Beni Snassen. J'ai pu constater ainsi la généralité du phénomène dont je viens de parler.

Dans les Msirda toutes les crêtes calcaires des Djebel Zendal, Djorf el Ahmar, Dar Sala, etc., appartiennent à un pli couché, à flanc inverse étiré, du Lias, poussé vers le Sud avec les gypses salifères et les marnes bariolées du Trias lagunaire sous-jacent, sur des grès et des argiles schisteuses représentant l'Oxfordien. Ce pli, ou cette nappe de charriage, paraît être enraciné au bord de la mer, ainsi qu'il semble résulter de l'allure presque verticale des calcaires secondaires, près de l'embouchure de l'Oued Kouarda. Des lambeaux liasiques se montrent jusqu'à 10^{km} plus au Sud, toujours en superposition anormale sur l'Oxfordien : ils appartiennent au même chevauchement.

Si, partant des Msirda on se dirige vers l'Est, la netteté de mes observations au Djebel Zendal éclaire d'un jour nouveau celles que j'avais faites, il y a quelques années, dans le bassin de la Tafna.

C'est ainsi que les lambeaux de recouvrement des Msirda se poursuivent dans les Souhalia, jusqu'aux abords de Nemours, pour reprendre, toujours superposés au Jurassique, dans la vallée de l'Oued Touent et au cap Torsa; dans les Beni Menir et les Beni Abed ils se montrent superposés, tantôt au Miocène inférieur, tantôt aux schistes paléozoïques des Trara. Tous ces lambeaux appartiennent à la même nappe des Msirda enracinée ici, au cap Torsa et au cap Noé; ainsi qu'il résulte, en ce dernier point surtout, de la verticalité des calcaires liasiques dans la falaise marine de la baie d'Ahnaï et du retroussement, à leur contact, des conglomérats et des marnes miocènes sous-jacents (*Thèse*, p. 497, *fig.* 112).

Je suis amené, en outre, à admettre l'origine exotique des calcaires des

---

(1) *Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna* (*Thèse de doctorat,* Paris, 1902, p. 495 et suiv.).

(2) *Rapport au Service de la Carte géologique de l'Algérie,* déc. 1902, inédit.

Djebel Sidi Sefiane, Gorine et Sekika, dans les Beni Ouarsous. Le Sidi Sefiane, que j'ai considéré comme un anticlinal liasique couché sur le Miocène inférieur (*Thèse, fig.* 114, p. 500) m'apparaît, en effet, comme la charnière du pli charrié et la présence de petits lambeaux de Trias gypseux laminé à sa base, me confirme encore dans cette manière de voir.

La chaîne démantelée du Djebel Skouna m'apparaît aussi avec une structure plus compliquée que celle que j'avais précédemment admise (*loc. cit.*, *fig.* 117, p. 504). Tandis que les plis aigus du Lias pincés dans les schistes siluriens seraient, comme je l'ai dit, autochtones, les calcaires massifs du Bou Kourdan semblent appartenir à un pli couché à flanc inverse étiré, enraciné au bord de la mer et chevauché par-dessus la chaîne pour se déverser, au-dessous de l'horizontale, au Sud, dans la vallée du Feïd el Ateuch. Ainsi s'expliquerait la présence anormale, entre la chaîne du Skouna et la colline des Sebaa Chioukh, de pointements de Trias gypseux parfois superposés au Crétacé ou à l'Oligocène, et fréquemment accompagnés de lambeaux liasiques. La charnière de ce pli charrié et retourné, si elle existe encore, s'enfoncerait sous les Sebaa Chioukh.

Plus à l'Est encore, je ne serais pas surpris que la nappe de Lias et de Trias, que nous venons de suivre depuis la frontière marocaine, révèle encore sa présence dans les affleurements calcaires du Sidi Kacem, et je n'hésite pas à admettre la continuité, dans le Sahel d'Oran et jusque dans la montagne du Santa Cruz, de la même zone tectonique. Le déversement vers le Sud des plis de cette montagne (*loc. cit.*, p. 507, *fig.* 199) et la présence en certains endroits, sous le Lias et parfois au contact du Miocène inférieur, de pointements de gypses triasiques, semblent bien l'indiquer.

Ainsi le littoral algérien doit être considéré, entre la frontière du Maroc et Oran, comme bordé par une nappe de charriage, poussée vers le Sud, et dont l'enracinement serait jalonné par le bord de l'effondrement méditerranéen.

Cette nappe ne semble pas se poursuivre bien loin. La charnière du pli charrié, qui se montre dans le Djebel Sidi Sefiane, indique qu'ici au moins le chevauchement ne s'étendrait pas à plus d'une quinzaine de kilomètres. D'autre part, le massif du Djebel Filhaoucen m'a paru être en place et j'en dirai autant de la partie orientale du massif des Beni Snassen qu'il m'a été donné de parcourir l'été dernier. D'ailleurs, l'identité de facies des dépôts liasiques charriés et de ceux qui font partie des plis autochtones sous-jacents est là pour affirmer qu'il ne peut être question de chevauchements à très grande amplitude.

Enfin, mes observations permettent d'établir rigoureusement l'âge des phénomènes tectoniques qui nous occupent.

Dans les Beni Abed, en effet, le Lias charrié recouvre des dépôts à faune burdigalienne bien caractérisée, dont les argiles sont devenues schisteuses par compression et laminage. De plus, dans les Msirda, au cap Torsa et à Beni Saf, le Lias et le Trias charriés supportent directement les couches argilo-gréseuses peu inclinées de l'Helvétien supérieur et du Tortonien fossilifère; les calcaires liasiques ainsi recouverts ont été fréquemment perforés par des Mollusques miocènes (*Lithodomus avitensis* May., *Gastrochaena intermedia* Hörn, etc.), ce qui affirme nettement encore la postériorité des dépôts néogènes contemporains.

Les phénomènes tectoniques qui font l'objet de cette Note datent donc de l'Helvétien inférieur.

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 mars 1908.

Notice sur les travaux scientifiques de M. Maurice Hamy. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-4°.

A search for fluctuations in the Sun's thermal radiation through their influence on terrestrial temperature, by Simon Newcomb. Philadelphie, The American Philosophical Society, 1908; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Flore de France, ou description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse, en Alsace-Lorraine, par G. Rouy, J. Foucaud, E.-G. Camus et N. Boulay, continuée par G. Rouy; t. X. Paris, les fils d'Émile Deyrolle, 1908; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

Sulla duplicazione e deformazione dell' immagine solare e sui recenti crepuscoli colorati; Nota del professore Ignazio Galli. Rome, 1908; 1 fasc. in-4°.

Ueber Berechnung von Anfangstemperaturen, von O. BENDER. Wiesbaden, Keramikesche Rundschau; 2 feuilles in-4°.

Démonstration du théorème de Fermat..., par D.-K. POPOFF. Sophia, 1908; 1 fasc. in-8°.

JOSEPH-GEORG BÖHM : *Die Kunst-Uhren auf der Kais. Kön. Sternwarte zu Prag.* Auf öffentliche Kosten herausgegeben, von Professor Dr LADISLAUS-WEINEK, Director der K. K. Sternwarte in Prag; mit 21 Tafeln in Lichdruck. Prague, 1908; 1 vol. in-4°.

Deutsches Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik. München. Führer durch die Sammlungen. Leipzig; 1 fasc. in- 8° oblong.

Comptes rendus des séances de la quinzième Conférence générale de l'Association géodésique internationale réunie à Budapest du 20 *au* 28 *septembre* 1906, rédigés par H.-G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN. Vol. I : *Procès-verbaux et Rapports des délégués sur les travaux géodésiques accomplis dans leurs pays*, avec 20 cartes et planches. Leyde, E.-J. Brill; 1 vol. in-4°.

Seismometrische Beobachtungen in Potsdam, in der Zeit vom 1 Januar bi 31 Dezember 1907, von O. HECKER. Berlin, 1908; 1 fasc. in-8°.

Ricerche lagunari, per cura di G.-P. MAGRINI, L. DE MARCHI, T. GNESOTTO; nos 8, 9, 10. Venise, 1908; 3 fasc. in-8°.